Epsilon 1-4 LSCplus

Best.-Nr. 112991, 112993, 112999

Epsilon 2-4 LSCplus

Best.-Nr. 112992, 112994, 113000

Gefriertrocknungsanlage

Betriebsanleitung

Zum späteren Gebrauch aufbewahren!

Bei Rückfragen unbedingt folgende Nummern angeben:

Auftragsnummer:

Fabriknummer:

© Copyright by
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode am Harz
Germany

Tel.: +49 (0) 5522 / 5007-0
Fax: +49 (0) 5522 / 5007-12
Internet: www.martinchrist.de
E-Mail: info@martinchrist.de

1 Allgemeine Informationen 9
1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung 9
1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 9
1.3 Gewährleistung und Haftung 11
1.4 Urheberrecht 12
1.5 Zeichenerklärung 12
1.6 Normen und Vorschriften 12
1.7 Lieferumfang 12
2 Aufbau und Wirkungsweise 13
2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage 13
2.1.1 Funktions- und Bedienelemente 13
2.1.2 Typenschild 17
2.2 Wirkungsweise 18
2.2.1 Gefriertrocknung allgemein 18
2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses 20
2.2.2.1 Vorbereitung 20
2.2.2.2 Gefrieren 21
2.2.2.3 Haupttrocknung 22
2.2.2.4 Nachtrocknung 22
2.2.2.5 Trocknungsende und Belüften 23
2.2.2.6 Abtauen 23
3 Sicherheit 24
3.1 Beschilderung des Geräts 24
3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen 25
3.3 Verantwortung des Betreibers 26
3.4 Bedienpersonal 27
3.5 Informelle Sicherheitshinweise 27
3.6 Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme 27
3.6.1 Allgemeine Gefahren 27
3.6.2 Gefahren durch unsachgemäßen Transport 28
3.6.3 Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung 28
3.6.4 Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss 28
3.6.5 Gefahren bei der ersten Inbetriebnahme 29
3.7 Sicherheitshinweise zum Betrieb 29
3.7.1 Gefahren durch Elektrizität 29
3.7.2 Gefahren durch das Kältesystem 30
3.7.3 Gefahren durch Stickstoff 31
3.7.4 Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte 31
3.7.5 Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten 32
3.7.6 Gefahren durch Azide in den Ausgangsprodukten 32
3.7.7 Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser) 33
3.7.8 Gefahren durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase 33
3.7.9 Gefahren durch heißes und kontaminiertes Vakuumpumpenöl 34

3.7.10 Gefahren durch die Beladetür ... 34
3.7.11 Gefahren durch heiße Oberflächen ... 34
3.7.12 Gefahren durch kalte Oberflächen ... 35
3.7.13 Gefahren durch Überdruck in der Kammer ... 35
3.8 Sicherheitseinrichtungen ... 35
3.9 Verhalten bei Gefahren und Unfällen ... 36
3.10 Emission von Dämpfen ... 37
3.11 Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage ... 38
3.12 An- und Umbauten an der Gefriertrocknungsanlage ... 38
3.13 Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage ... 38
3.14 Restrisiken ... 39
4 Lagerung und Transport ... 40
4.1 Abmessungen und Gewicht ... 40
4.2 Lagerbedingungen ... 40
4.3 Auspacken ... 41
4.4 Transport ... 42
4.4.1 Transportsicherungen ... 43
5 Aufstellung und Anschluss ... 44
5.1 Aufstellort ... 44
5.2 Energieversorgung ... 45
5.2.1 Anschlussart ... 45
5.2.2 Sicherungen bauseits ... 45
5.3 Vakuummesssonde ... 45
5.4 Bedienung der Beladetür ... 47
5.5 Belüftungsventil ... 48
5.6 Vakuumpumpe ... 48
5.7 Drucksteuerventil ... 50
5.8 Gummiventile ... 51
6 Betrieb ... 52
6.1 Erste Inbetriebnahme ... 52
6.2 Installation von Zubehörkomponenten ... 52
6.3 Vorbereitung ... 52
6.4 Einschalten ... 52
6.5 LSCplus Anlagensteuerung ... 53
6.5.1 Bedienoberfläche ... 53
6.5.1.1 Hauptfenster "Manuell" ... 54
6.5.1.2 Hauptfenster "Programm" ... 62
6.5.1.3 Hauptfenster "Optionen" ... 63
6.5.1.4 Hauptfenster "?" ... 77
6.5.2 Gefriertrocknung manuell ... 77
6.5.2.1 Sollwerteingaben im manuellen Modus ... 78

6.5.3 Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus ... 80
6.5.3.1 Programm erstellen ... 84
6.5.3.2 Programm bearbeiten ... 92
6.5.3.3 Programm kopieren ... 93
6.5.3.4 Programm laden ... 93
6.5.3.5 Programm löschen ... 94
6.6 Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen ... 95
6.7 Ausschalten ... 97
7 Störungen und Fehlersuche ... 98
7.1 Allgemeine Störungen ... 98
7.1.1 Netzausfall ... 99
7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum ... 100
7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen ... 100
7.1.2.2 Belüftungsventil ... 101
7.1.2.3 Drucksteuerventil ... 101
7.1.2.4 Gummiventile ... 101
7.1.2.5 Vakuummesssonde ... 101
7.1.3 Eiskondensator- und Stellflächentemperatur ... 102
7.2 Prozess- und Anlagenmeldungen ... 102
7.3 Kontakt im Servicefall ... 103
8 Wartung und Instandhaltung ... 104
8.1 Wartungsarbeiten ... 104
8.1.1 Allgemeines ... 104
8.1.2 Eiskondensatorkammer ... 105
8.1.2.1 Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl ... 105
8.1.3 Belüftungsventil ... 106
8.1.4 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen) ... 107
8.1.5 Elektrisches System ... 107
8.1.6 Vakuumsystem ... 108
8.1.7 Kältesystem ... 109
8.1.8 Vakuummesssonde ... 110
8.1.9 Zubehör ... 110
8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör ... 111
8.3 Wartungsplan ... 112
8.4 Instandhaltungsarbeiten ... 113
8.5 Rücksendung defekter Teile ... 114
9 Entsorgung ... 116
9.1 Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage ... 116
9.2 Entsorgung der Verpackung ... 116
10 Technische Daten ... 117
10.1 Umgebungsbedingungen ... 119
10.2 Technische Dokumentation ... 119

Inhaltsverzeichnis

11 Anhang 120
11.1 Mathematische Zusammenhänge 120
11.2 EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie 121
11.3 EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie 123
11.4 Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit Plexiglas 125
12 Glossar 147
13 Index 149

1 Allgemeine Informationen

1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung

Grundvoraussetzung für den sicherheitsgerechten Umgang und den störungsfreien Betrieb dieses Geräts ist die Kenntnis der grundlegenden Sicherheits- und Gefahrenhinweise.

Die Betriebsanleitung enthält die wichtigsten Hinweise, um die Gefriertrocknungsanlage sicherheitsgerecht zu betreiben.

Diese Betriebsanleitung, insbesondere die Sicherheits- und Gefahrenhinweise, sind von allen Personen zu beachten, die mit diesem Gerät arbeiten.

Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Gefriertrocknungsanlage wurde ausschließlich zur Gefriertrocknung von festem oder flüssigen Ausgangsprodukten in Ampullen, Fläschchen oder Schalen konzipiert und ist somit auch nur für diesen Verwendungszweck bestimmt.

Es können alle zur Gefriertrocknung erforderlichen Verfahrensschritte in der Anlage durchgeführt werden:

- Gefrieren der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit- und Temperatursollwerten,
- Haupttrocknen der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit-, Temperatur- und Drucksollwerten (Sublimation),
- Nachtrocknen der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit- und Temperatursollwerten und hohem Endvakuum zur Entfernung des kapillar und molekular gebundenen Wassers (Desorption).

Die Gefriertrocknungsanlage ist geeignet für die Gefriertrocknung von festen Stoffen und wässrigen Lösungen (z. B. Bakterien und Viruskulturen, Blutplasma, Serumfraktionen, Antikörpern, Seren, Impfstoffen und pharmazeutischen Produkten wie Chloramphenicol, Streptomycin, Vitaminen, Fermenten sowie Pflanzenextrakten für biochemische Untersuchungen).

Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte (nicht wässrige Medien)

Die Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten darf nur durchgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage über folgende Ausstattungsmerkmale verfügt:

- Edelstahltür,
- Schaugläser aus Echtglas,
- beständiges Dichtungsmaterial,
- Türkontaktschalter zum Auslösen der Inertisierung,
- Durchflussmessung in der Inertgasleitung,
- Vakuumpumpe in chemiefester Ausführung,
- kapazitive Vakuummesssonde und Drucksensor,

- Entfall bzw. Ausbau von Produkttemperaturfühlern PT100 und LyoRx oder speziell geschaltete PT100 (kabelgebunden),
- Entfall bzw. Ausbau von WTMplus
- Fertigung des Trocknungsraums (produktberührter Bereich) ohne Einsatz von Buntmetallen,
- angepasste Anlagensteuerung.

Als Lösungsmittel sind die folgenden typischerweise verwendeten Produkte in für die Gefriertrocknung üblichen Konzentrationen betrachtet, namentlich:

Lösungsmittel	Chemische Formel	Eigenschaften
Methanol	CH_4O	leicht entzündlich, giftig, gesundheitsgefährdend
DMSO	C_2H_6OS	ätzend
TFA TriFluorEssigsäure	$C_2HF_3O_2$	
Ameisensäure	CH_2O_2	leicht entzündlich, ätzend
Ammoniak	NH_3	giftig, ätzend
Acetonitril	C_2H_3N	leicht entzündlich
Cyclohexan	C_6H_{12}	leicht entzündlich, gesundheitsgefährdend
n-Benzol	C_6H_6	leicht entzündlich, gesundheitsgefährdend
tert-Butanol	$C_4H_{10}O$	leicht entzündlich
THF Tetra Hydro Furan	C_4H_8O	leicht entzündlich, gesundheitsgefährdend

Sollen Lösungsmittel verwendet werden, die nicht aufgeführt sind, ist eine Rücksprache mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH zwingend erforderlich!

Trocknung von Ausgangsprodukten, die Azide enthalten

Ausgangsprodukte, die Azide enthalten, dürfen nur nach Einzelfallunter-suchung und schriftlicher Genehmigung der Firma Martin Christ Gefrier-trocknungsanlagen GmbH getrocknet werden, da Azide explosionsfähige Staub-Luft-Gemische bilden können und in Verbindung mit Buntmetallen (z. B. Kupfer, Messing, Bronze) explosionsfähige Metallazide bilden!

Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2)

Eine Dekontamination der Gefriertrocknungsanlage mit Wasserstoff-peroxid (H_2O_2) in Verbindung mit einem H_2O_2-Dampfgenerator darf nur durchgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage über folgende Ausstattungsmerkmale verfügt:

- Schlüsselschalter für H_2O_2-Betrieb,
- abnehmbare Bedienteile,
- Flanschverbindungen mit speziell gesicherten Verschlüssen an der Kammer,
- angepasste Anlagensteuerung.

Anderenfalls besteht die Gefahr von Personenschäden. Eine Klärung der erforderlichen Maßnahmen mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist zwingend erforderlich!

Eine andere oder darüber hinaus gehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus entstehende Schäden haftet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH nicht.

Insbesondere sind **NICHT ZULÄSSIG:**

- Betrieb der nicht fachgerecht installierten Gefriertrocknungsanlage.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage in nicht einwandfreiem technischen Zustand.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage in explosionsgefährdeten Räumen.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit eigenmächtigen An- oder Umbauten ohne schriftliche Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit Zubehör, das nicht von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH zugelassen ist, mit Ausnahme handelsüblicher Gefäße aus Glas oder Kunststoff.
- Trocknung von Ausgangsprodukten, die unter Zuführung hoher Energie während des Gefriertrocknens reagieren könnten.
- Trocknung von explosiven oder leicht brennbaren Ausgangsprodukten.
- Trocknung von Ausgangsprodukten, die Materialschäden an Kammerwänden, Stellflächen, Leitungen oder Dichtungen verursachen und die mechanische Festigkeit beeinträchtigen können.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch

- das Beachten aller Hinweise aus der Betriebsanleitung,
- die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsarbeiten.

1.3 Gewährleistung und Haftung

Es gelten unsere "Allgemeinen Geschäftsbedingungen", die dem Betreiber seit Vertragsabschluss zur Verfügung stehen.

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch,
- Nichtbeachten der Sicherheits- und Gefahrenhinweise in der Betriebsanleitung,
- unsachgemäßes Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten der Gefriertrocknungsanlage.

1.4 Urheberrecht

Das Urheberrecht an dieser Betriebsanleitung verbleibt bei der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.

Diese Betriebsanleitung ist nur für den Betreiber und dessen Personal bestimmt. Sie enthält Vorschriften und Hinweise, die weder vollständig noch teilweise

- vervielfältigt,
- verbreitet oder
- anderweitig mitgeteilt werden dürfen.

Zuwiderhandlungen können strafrechtliche Folgen nach sich ziehen.

1.5 Zeichenerklärung

In dieser Betriebsanleitung werden Fachbegriffe, die im Glossar (s. Kap. 12 - "Glossar") erläutert werden, durch einen vorangestellten Pfeil gekennzeichnet und kursiv dargestellt (z.B. → *Sublimation*).

1.6 Normen und Vorschriften

EG-Konformitätserklärungen gemäß Maschinenrichtlinie und Druckgeräterichtlinie (Kapitel 11.2 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie", (s. Kap. 11.3 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie"))

1.7 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehören:

- 1 Tube Hochvakuumfett
- 1 Betriebsanleitung

zusätzlich bei mitgelieferter Vakuumpumpe:

- 1 Liter Vakuumpumpenöl
- 1 Silikonschlauch, Länge 0,5 m
- 1 Innensechskant- oder Maulschlüssel
  (abhängig vom Fabrikat der Pumpe)

zusätzlich bei Sonderausstattung mit einem Edelstahl-Türverschlussriegel:

- 1 Gleitauflage für Türverschlussriegel
  (Best.-Nr. 177270, Kapitel 8.1.2.1 - "Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl")

Zubehör und Inbetriebnahme

gemäß Ihrer Bestellung, unserer Auftragsbestätigung und unserem Lieferschein.

2 Aufbau und Wirkungsweise

2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage

2.1.1 Funktions- und Bedienelemente

1 Option: Verschluss-vorrichtung mit Trockenrechen
2 Anlagensteuerung
3 Trocknungskammer mit Beladetür und Türverschlussriegel

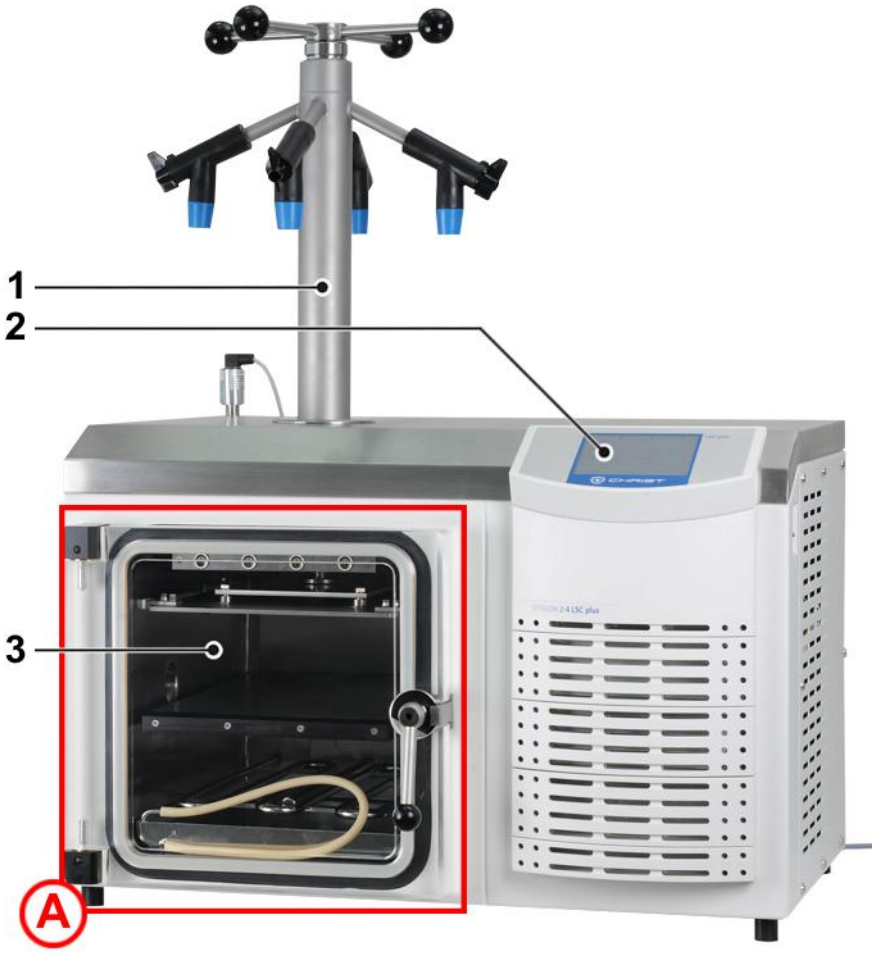


Abb. 1: Übersicht über die Gefriertrocknungsanlage

2 Aufbau und Wirkungsweise

4 Anschlussleiste für Produktsensoren und LyoRx-Sensor
5 Stellfläche
6 Eiskondensator
7 Auffangschale für Abtauwasser

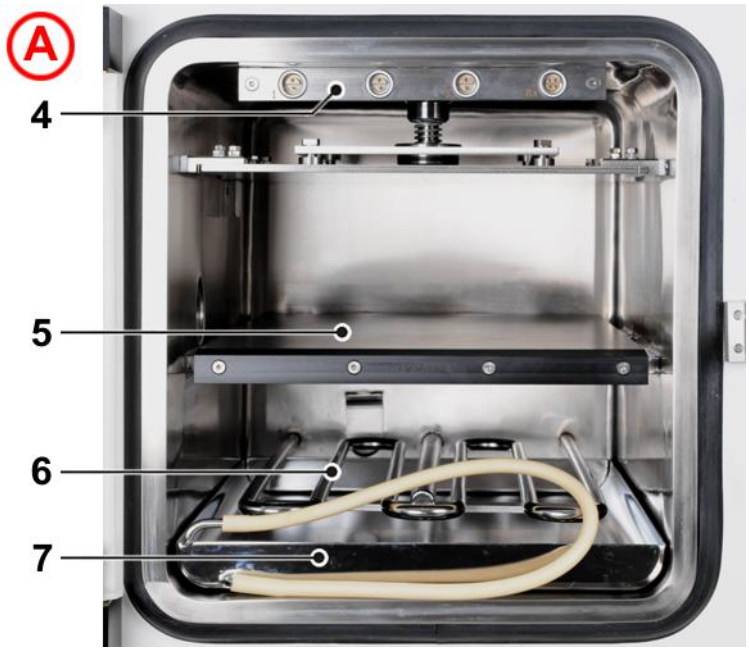


Abb. 2: Detailansicht A - Kammer

8 Netzschalter

Abb. 3: Rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

9 Belüftungsventil
10 Zugangsflansch DN40 (z.B. für Wägeeinrichtung, hinter der Seitenverkleidung)

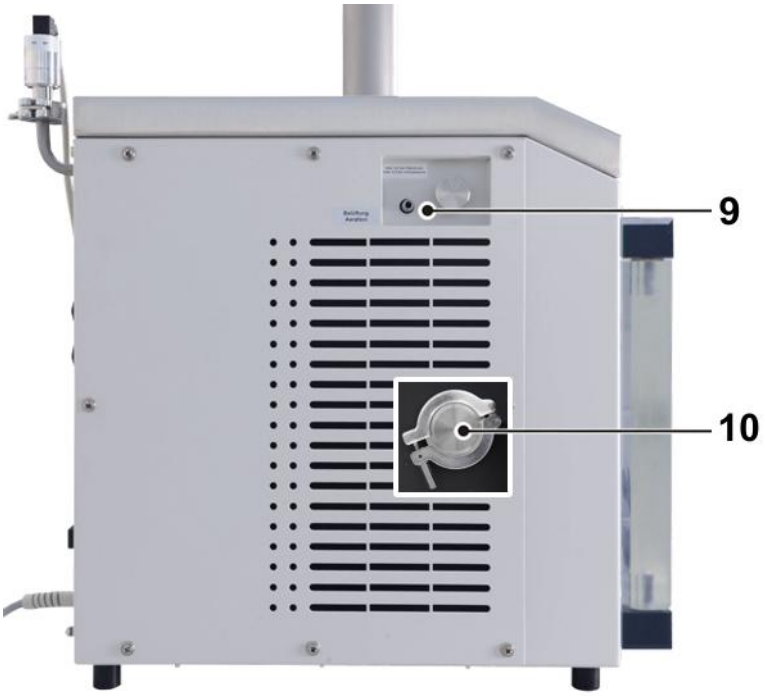


Abb. 4: Linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

Standard:
Gefriertrocknungsanlage mit Luftkühlung

11 Typenschild
12 Elektr. Anschluss der Vakuummesssonde
13 Ethernet-Anschluss
14 Wärmetauscher (hinter dem Lüftungsgitter)
15 Vakuumanschluss

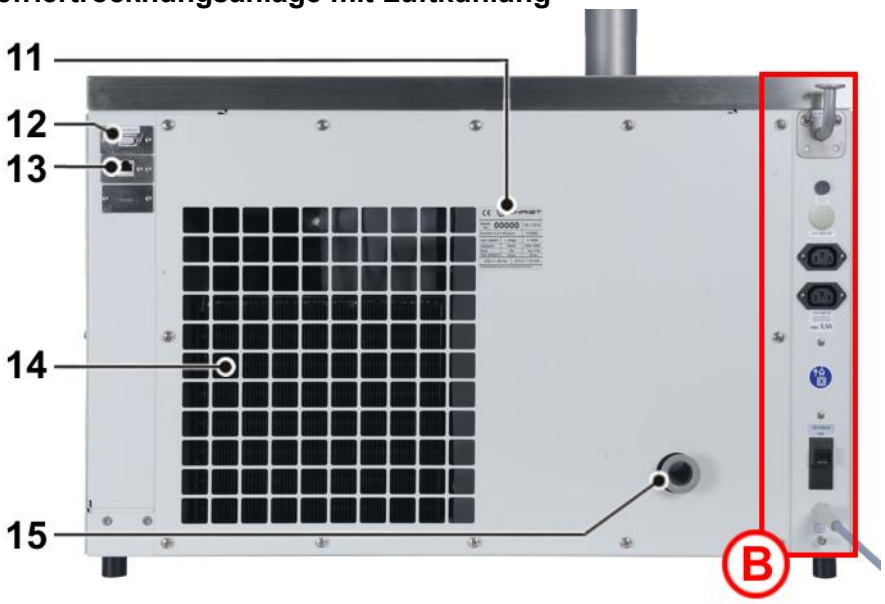


Abb. 5: Rückseite einer luftgekühlten Gefriertrocknungsanlage

Sonderausstattung:
Gefriertrocknungsanlage mit Wasserkühlung

16 Anschluss für Kühlwasserrücklauf
17 Anschluss für Kühlwasservorlauf

Abb. 6: Rückseite einer wassergekühlten Gefriertrocknungsanlage

18 Anschluss für Vakuummesssonde
19 interne Sicherung
20 Spannungsversorgung Drucksteuerventil
21 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
22 Sicherungsautomat 1F1
23 Potentialausgleichsschraube

Abb. 7: Detailansicht B – Anschlussleiste an der Rückseite

2.1.2 Typenschild

1 Fabriknummer
2 Gerätetyp
3 Kältemitteldaten der 1. Stufe
4 Nennspannung
5 Baujahr (Monat/Jahr)
6 Artikelnummer
7 Kältemitteldaten der 2. Stufe
8 Nennstrom / Scheinleistung

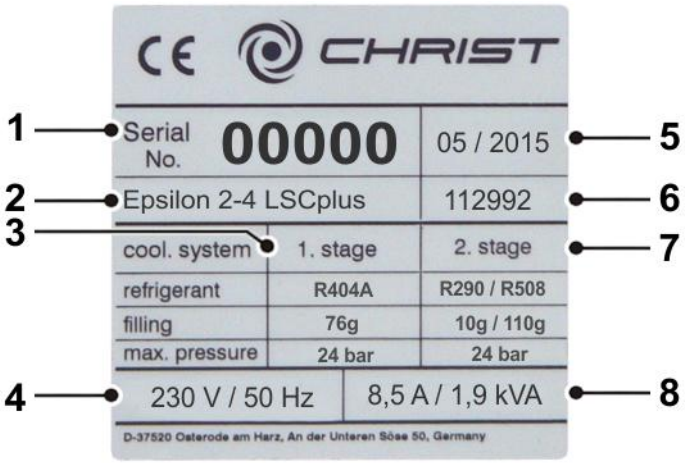


Abb. 8: Typenschild (Beispiel)

2.2 Wirkungsweise

2.2.1 Gefriertrocknung allgemein

Was ist Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung oder Lyophilisation ist ein Verfahren zur schonenden Trocknung hochwertiger Produkte. Die Trocknung erfolgt unter Umgehung des flüssigen Aggregatzustands durch → *Sublimation.*

In welchen Bereichen wird die Gefriertrocknung angewendet?

Lebensmittel sind die mengenmäßig bedeutendste Anwendung für Gefriertrocknung. Ein bekanntes Beispiel ist die Herstellung von Kaffee-Granulat oder die Trocknung von Früchten, z.B. für Müsli. Andere Anwendungsbeispiele sind die Restauration von wassergeschädigten Dokumenten oder die Trocknung archäologischer Funde.

Ein weiterer großer Einsatzbereich ist die Trocknung von Produkten der Biotechnologie und Pharmazie wie z.B. Gewebe und Gewebebestandteile, Bakterien, Impfstoffe und Seren. Produkte, die in Wasser gelöst nicht lange haltbar wären, werden durch die Gefriertrocknung konserviert. Dabei bleiben die biologischen Eigenschaften der empfindlichen Substanzen erhalten. Die Verbindungen bleiben qualitativ und quantitativ unverändert. Nach Hinzufügen von Wasser weisen die Produkte die Eigenschaften des Ausgangsgutes unverändert auf.

Wie funktioniert Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung ist ein sehr schonendes Verfahren, bei dem einem Produkt das Wasser im gefrorenen Zustand entzogen wird. Die Trocknung erfolgt durch → *Sublimation*, d.h. durch den unmittelbaren Übergang eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand. Dies geschieht unter Vakuum.

Im Folgenden wird die → *Sublimation* am Beispiel von Wasser erläutert, da die meisten Produkte in der Gefriertrocknung wässrige Lösungen sind, deren Verhalten auf den gleichen Grundsätzen basiert.

Die Dampfdruckkurve über Eis beschreibt den Phasenübergang in Abhängigkeit von Druck und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto höher ist auch der Dampfdruck.

- Ist der Dampfdruck höher als 6,11 mbar (A), durchläuft Wasser bei einer Temperaturveränderung alle drei Aggregatzustände: fest, flüssig und gasförmig (siehe Abbildung).
- Beträgt der Dampfdruck genau 6,11 mbar und die Temperatur 0,0098°C, treffen Dampfdruckkurve, Schmelzdruckkurve und Sublimationsdruckkurve im sogenannten Tripelpunkt zusammen. In diesem Punkt treten alle Zustände gleichzeitig auf.
- Liegt der Dampfdruck unterhalb von 6,11 mbar (B) und es wird Energie zugeführt, geht Eis bei Erreichen der Sublimationskurve direkt in Wasserdampf über. Diesen Übergang bezeichnet man als → *Sublimation*. Wird reinem Eis mit einer Temperatur unter –30°C bei einem Druck von 0,37 mbar Wärmeenergie zugeführt, geht es bei Erreichen von –30°C in Wasserdampf über (siehe folgende Abbildung).

Ein Vakuum verhindert also das Schmelzen des Eises bei der Zufuhr von Energie. Wird einem eingefrorenen Produkt unter Vakuum Wärmeenergie zugeführt, wird auch hier das Auftauen des Produktes verhindert und der enthaltene Wasseranteil als Wasserdampf freigesetzt.

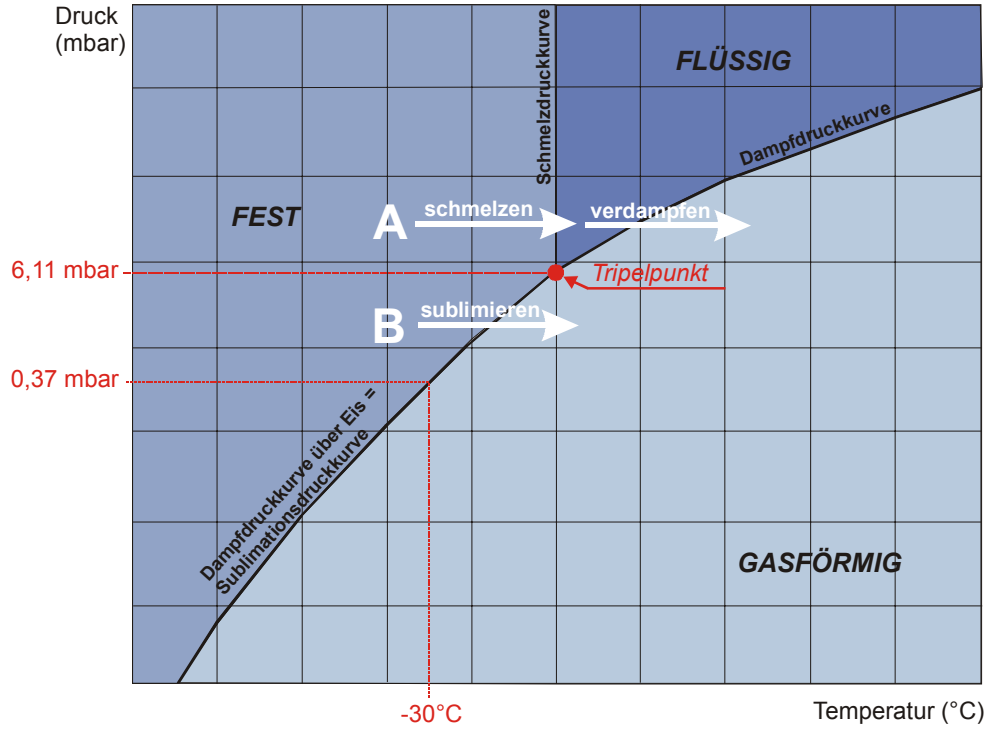


Abb. 9 Dampfdruckkurve über Eis

Aus physikalischer Sicht erfolgt die Gefriertrocknung in drei Phasen (siehe folgende Abbildung):

(1) Gefrieren: Das zu trocknende Produkt wird zunächst unter Atmosphärendruck eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. Die Einfriertemperatur sollte ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt des Produktes liegen.

(2) Evakuieren: Ist das Produkt tief genug eingefroren, wird die Vakuumpumpe zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve über Eis auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt.

(3) Sublimieren: Dem Produkt wird Wärmeenergie zugeführt. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt. Durch die zugeführte Energie geht der Wasseranteil im Produkt in Wasserdampf über. Da der Eiskondensator sehr viel kälter ist als das zu trocknende Gut, ist der Dampfdruck dort deutlich geringer als über dem Produkt. Der aus dem Produkt austretende Wasserdampf strömt daher zum Eiskondensator, wo er sich an den Kondensatorschlangen niederschlägt.

Sobald dem Produkt während der Haupttrocknungsphase das freie Wasser entzogen wurde, wird unter möglichst niedrigem Enddruck und höheren Temperaturen auch noch das in Spuren enthaltene gebundene Wasser entfernt. Dies geschieht durch → *Desorption*. Diese Trocknungsphase wird als Nachtrocknung bezeichnet.

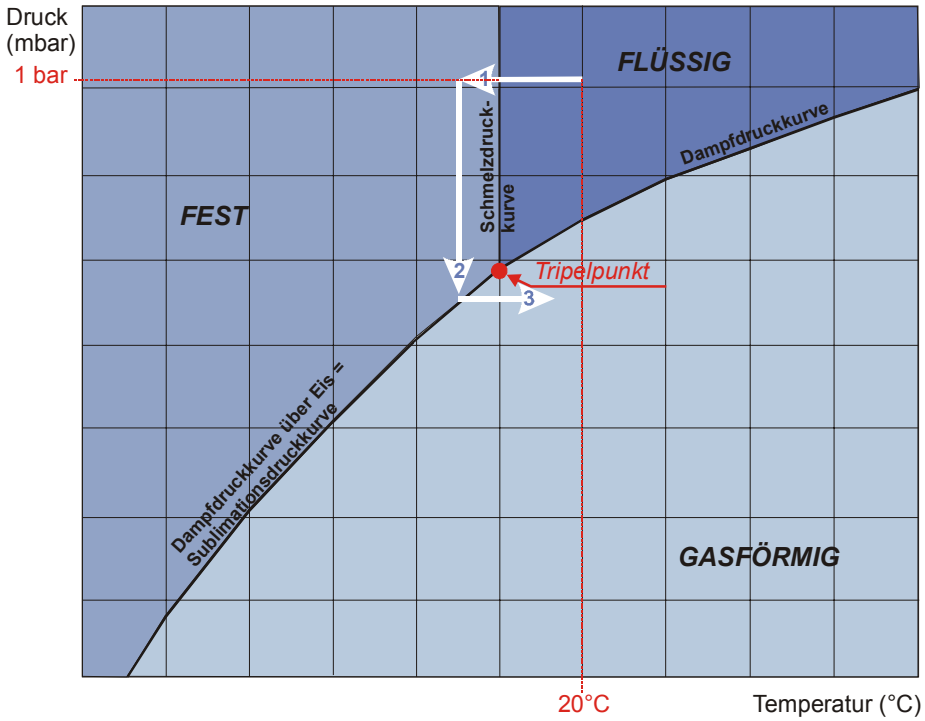


Abb. 10: Phasen der Gefriertrocknung

HINWEIS

Weitere Informationen zu Grundlagen, optimierter Prozessführung und Anwendungen enthält die Broschüre "Gefriertrocknung mit System", die als Download unter www.martinchrist.de → [Applikationen] verfügbar ist.

2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses

Die Grundkomponenten einer Gefriertrocknungsanlage sind:

- Vakuum-Trocknungskammer mit Temperiereinrichtung zum Zuführen von Wärmeenergie
- Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Vakuums in der Trocknungskammer
- Eiskondensator zum Binden des aus dem Produkt ausgetretenen Wasserdampfs

2.2.2.1 Vorbereitung

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein. Wasserrückstände vom vorhergehenden Trocknungsprozess müssen entfernt werden.

Medienablaufventil und Belüftungsventil müssen geschlossen sein.

Bei Anlagen, die mit dem Drucksteuerventil ausgerüstet sind (Standard bei LSCplus Anlagen), sollte die Vakuumpumpe eine Warmlaufphase ("Warm-up") von mind. 15 Minuten vor dem Beginn der Haupttrocknung durchlaufen. Die Vakuumpumpe wird dann erst mit kondensierbaren Gasen belastet, wenn die Betriebstemperatur erreicht ist. So kann ihre Lebensdauer verlängert werden.

Gleichzeitig wird der Eiskondensator vorgekühlt ("Cool down"). Die Eiskondensatortemperatur hat keinen Einfluss auf die Produkttemperatur; der Eiskondensator dient ausschließlich zum Binden des freigesetzten Wasserdampfs.

2.2.2.2 Gefrieren

Das zu trocknende Produkt wird zunächst eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. Besonders bei geringen Füllmengen ist es zweckmäßig, die Stellflächen ebenfalls vorzukühlen, um ein Antauen während der Evakuierung zu vermeiden.

Man unterscheidet zwei grundsätzlich verschiedene Strukturen der gefrorenen Materialien:

- kristalline Strukturen mit eindeutig abgrenzbaren Eiskristallen
- amorphe Strukturen, bei der keinerlei Kristallgrenzen vorhanden sind (z.B. Glas)

Der überwiegende Teil der zu trocknenden Produkte entspricht der kristallinen Form.

Beim Einfrieren solcher Produkte ist zu beachten, dass zu tiefes und zu schnelles Einfrieren zu kleineren Eiskristallen führt, die sich negativ auf die Dauer des Trocknungsprozess auswirken.

Für jedes zu trocknende Produkt muss vorher der Erstarrungspunkt bestimmt werden. An diesem Punkt ist das im Produkt enthaltene Wasser vollständig kristallisiert. Für einen optimalen Ablauf der Gefriertrocknung sollte die Produkttemperatur ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt liegen.

Eine Schichtstärke des Produktes von 1 - 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer ungünstig beeinflusst wird. Sollen Flüssigkeiten in einer Schicht von größer als 1 cm in Flaschen getrocknet werden, ist das Einfrieren mit einer Shell- oder Spin-Freezing-Vorrichtung in einem Kühlbad (siehe Abbildung) empfehlenswert. Durch die Zentrifugalkraft steigt die einzufrierende Flüssigkeit am Innenmantel der Flasche hoch und friert fest. Durch dieses Verfahren wird die Schichtstärke reduziert und damit die Gesamttrocknungszeit wesentlich verkürzt (Abbildungen rechts).

Abb. 12: Kühlbad mit Spin-Freezing Vorrichtung

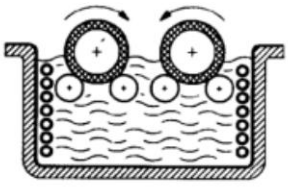


Abb. 11: Schema Shell-Freezing

Abb. 13: Schema Spin-Freezing

HINWEIS

Bei lösungsmittelhaltigem Ausgangsgut oder einem Produkt mit hoher Salzkonzentration kann ein Auftauen während des Trocknungsprozesses möglich sein, erkennbar an einem deutlich zu beobachtenden Aufschäumen. Um dies zu verhindern ist es erforderlich, das Produkt vor dem Einsetzen in die Anlage möglichst tief einzufrieren, z.B. in Flüssig-Stickstoff.

2.2.2.3 Haupttrocknung

Ist das Produkt tief genug eingefroren, wird die Haupttrocknung gestartet. Die Vakuumpumpe wird zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve über Eis auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt. Gleichzeitig wird dem Produkt Wärmeenergie zugeführt. Dies geschieht bei der Trocknung in Rundkolben, Weithalsflaschen, etc. durch die sehr viel wärmere Umgebung (direkte Kontaktwärme), bei unbeheizten Stellflächen durch Wärmeeinstrahlung aus der Umgebung und bei temperierbaren Stellflächen direkt durch die Stellflächen. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt.

Zu Beginn der Trocknung wird die maximale Trocknungsgeschwindigkeit erreicht. Je weiter sich die Sublimationsebene in das Produkt zurückzieht, desto weiter muss der anfallende Wasserdampf durch die bereits getrockneten Schichten geführt werden.

Unter Umständen ist es möglich, dass während der Haupttrocknung das Vakuum in der Eiskondensatorkammer bzw. in der Trocknungskammer ansteigt (z. B. von 0,63mbar auf 0,47mbar), obwohl das Ventil zur Vakuumpumpe geschlossen ist. Dies ist physikalisch auf die Pumpwirkung des Eiskondensators zurückzuführen ("Cryo-Pumping-Effect").

Die benötigte Trocknungszeit ist sehr stark vom Trocknungsvakuum abhängig. Ein Gramm Eis nimmt bei 1,0 mbar ein Volumen von 1 m^3 Dampf ein, bei 0,1 mbar ein Volumen von 10 m^3 Dampf, bei 0,001 mbar aber ein Volumen von 100 m^3. Je näher das Vakuum dem Erstarrungspunkt ist, desto geringer ist das anfallende Dampfvolumen. Die Sublimationsgeschwindigkeit erhöht sich, und die Trocknungszeit wird verkürzt.

Das Ende der Haupttrocknungsphase ist erreicht, wenn Produkttemperatur und Stellflächentemperatur annähernd gleich sind. Die Temperaturdifferenz zwischen Stellfläche und Produkt sollte ca. 3K bis 5K betragen.

2.2.2.4 Nachtrocknung

Die Nachtrocknung ist eine Option, die immer dann verwendet wird, wenn man ein Produkt mit minimaler Restfeuchte erhalten will. Es handelt sich im physikalischen Sinn um eine → *Desorption*, d.h. die Entfernung adsorptiv gebundenen Wassers. Die Nachtrocknung wird unter tiefstmöglichem Enddruck durchgeführt, der von der Eiskondensatortemperatur entsprechend der Dampfdruckkurve über Eis und von dem Endvakuum der eingesetzten Vakuumpumpe abhängt. Der Prozess wird unterstützt durch eine höhere Stellflächentemperatur.

2.2.2.5 Trocknungsende und Belüften

Das Trocknungsende ist erreicht, wenn Produkt- und Stellflächen-temperatur deutlich im positiven Bereich sind (+15 bis + 20°C) und nicht mehr als 5K voneinander abweichen.

Ein weiteres Indiz für das Erreichen des Trocknungsendes ist aus dem Verhalten des Vakuums und der Eiskondensatortemperatur abzuleiten. Der Eiskondensator wird nicht mehr belastet und erreicht die Endtemperatur von ca. -55°C bzw. -85°C. Der Druck in der Trocknungskammer sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.

Die Vakuumpumpe wird abgeschaltet und die Trocknungskammer über ein Gummiventil oder das Belüftungsventil belüftet. Die Anlage kann über das Belüftungsventil statt mit Umgebungsluft auch mit Stickstoff oder einem anderen Inertgas belüftet werden.

Anschließend kann das Produkt entnommen werden.

2.2.2.6 Abtauen

Abtauen über die Stellflächenheizung

Das Abtauen des Eiskondensators kann bei Raumtemperatur erfolgen.

Zusätzlich kann die Gefriertrocknungsanlage über die beheizbare Stell-fläche abgetaut werden. Dazu wird die Stellfläche für eine vorgewählte Zeit auf einen festgelegten Wert beheizt. Die Wärmeabstrahlung der Stellfläche bewirkt eine Beschleunigung des Abtauvorgangs.

Um Schäden zu vermeiden, muss die Edelstahlschale mit der Flüssigkeit sofort nach Ende des Abtauvorgangs entnommen werden. Anschließend werden letzte Wasserrückstände mit einem Tuch aus der Kammer entfernt.

3 Sicherheit

3.1 Beschilderung des Geräts

An CHRIST Gefriertrocknungsanlagen werden folgende Symbole verwendet:

	Gefährliche elektrische Spannung Dangerous voltage Courant haute tension
	Achtung, Betriebsanleitung lesen Attention, consult the instruction manual Attention, consulter le mode d'emploi
I	Ein (Netzverbindung) On (Power) Marche (mise sous tension)
0	Aus (Netzverbindung) Off (Power) Arrêt (mise hors tension)
	Schutzleiteranschluss Protective earth (ground) Raccord à la terre
	Erde Earth (ground) Terre
	Netzstecker ziehen Unplug the mains plug Débrancher la prise
	Vorsicht Quetschgefahr Caution! Risk of bruising Attention ! Risque de blessure
	Drehrichtungspfeil Arrow indicating the direction of rotation Flèche de sens de rotation
	Heiße Oberfläche Hot surface Surface chaude
	CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG CE mark in compliance with the directive 2006/42/EC Symbole CE conforme à la directive 2006/42/CE

3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen

In der Betriebsanleitung werden folgende Benennungen und Zeichen für Gefährdungen verwendet:

GEFAHR

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

GEFAHR

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr durch elektrische Spannung für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

WARNUNG

Dieses Symbol bedeutet eine **mögliche** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **kann** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge haben, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

VORSICHT

Dieses Symbol bedeutet eine mögliche gefährliche Situation.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann leichte Verletzungen zur Folge haben oder zu Sachbeschädigungen führen.

HINWEIS

Dieses Symbol deutet auf wichtige Sachverhalte hin.

3.3 Verantwortung des Betreibers

Der Betreiber verpflichtet sich, nur Personal an der Gefriertrocknungsanlage arbeiten zu lassen, das

- mindestens 18 Jahre alt ist,
- vom Betreiber hierzu speziell beauftragt und auf die Gefahren, die von der Anlage, den Versorgungsmedien, den Ausgangs- und Endprodukten ausgehen, aufmerksam gemacht wurde,
- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut ist,
- in die Bedienung dieser Anlage eingewiesen wurde,
- diese Betriebsanleitung (insbesondere die Sicherheitskapitel und die Warnhinweise) gelesen und verstanden und dies durch seine Unterschrift bestätigt hat.

Die Zuständigkeiten des Personals für das Bedienen, Warten und Instandhalten sind klar festzulegen.

Das sicherheitsbewusste Arbeiten des Personals unter Beachtung der Betriebsanleitung und die Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz, nationaler Gesetze zum Arbeitsschutz und der Unfallverhütungsvorschriften muss in regelmäßigen Abständen (z.B. monatlich) überprüft werden.

Der Betreiber muss eine Risikobetrachtung hinsichtlich möglicher Unglücksfälle im Umfeld der Gefriertrocknungsanlage durchführen und gegebenenfalls konstruktive Gegenmaßnahmen ergreifen.

Der Betreiber muss eine Verträglichkeitsprüfung aller in der Gefriertrocknungsanlage verwendeten Substanzen (sowohl zu trocknende Produkte als auch Reinigungsmittel etc.), die mit Kammerwänden, Stellflächen, Leitungen und Dichtungen in Berührung kommen, durchführen. Substanzen, die den Werkstoff schädigen oder die mechanische Festigkeit schwächen, dürfen nicht verwendet werden.

Die Anlage ist regelmäßig zu warten (s. Kap. 8 - "Wartung und Instandhaltung").

Anlagenteile in nicht einwandfreiem Zustand sind sofort auszutauschen.

Sonderausstattung Lösungsmitteltrocknung: Zusätzliche Punkte für die Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten

Bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten kann unter bestimmten Umständen ein zündfähiges Gemisch entstehen. Aus diesem Grund muss der Betreiber eine Betriebsanweisung/SOP erstellen, die exakte Anweisungen hinsichtlich des Kammerdrucks und der Stellflächentemperaturen für jedes zu verarbeitende Produkt enthält (siehe Tabelle in Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung").

Der Betreiber stellt sicher, dass bei der Verwendung von Stickstoff als Belüftungs-/Inertisierungsmedium in dem Raum, in dem die Anlage betrieben wird, ein ausreichender Luftaustausch gewährleistet ist.

3.4 Bedienpersonal

Die Anlage darf nur bedienen, wer

- mindestens 18 Jahre alt ist,
- vom Betreiber hierzu speziell beauftragt und auf die Gefahren, die von der Anlage, den Versorgungsmedien, den Ausgangs- und Endprodukten ausgehen, aufmerksam gemacht wurde,
- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut ist,
- in die Bedienung dieser Anlage eingewiesen wurde,
- diese Betriebsanleitung (insbesondere die Sicherheitskapitel und die Warnhinweise) gelesen und verstanden und dies durch seine Unterschrift bestätigt hat.

3.5 Informelle Sicherheitshinweise

Die Betriebsanleitung ist Teil des Produktes.

- Die Betriebsanleitung ist ständig am Standort der Gefriertrocknungsanlage aufzubewahren und muss jederzeit einsehbar sein.
- Die Betriebsanleitung muss an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer der Gefriertrocknungsanlage weitergegeben werden.
- Jede erhaltene Änderung ist zu ergänzen.
- Ergänzend zur Betriebsanleitung sind die allgemeingültigen sowie die betrieblichen Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz bereitzustellen.
- Alle Sicherheits- und Gefahrenhinweise an der Gefriertrocknungsanlage sind in lesbarem Zustand zu halten und ggf. zu erneuern.

3.6 Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme

Zum Schutz von Personen und Sachen sind die folgenden Hinweise unbedingt zu beachten.

3.6.1 Allgemeine Gefahren

WARNUNG

Allgemeine Verletzungsgefahr

Zu den allgemeinen Gefahren während Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme der Anlage zählen Stoß, Quetschen, Abschürfen, Schneiden usw.

Es kann zu schweren Verletzungen kommen.

- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!
- Persönliche Schutzausrüstung tragen (Sicherheitsschuhe, Arbeitshandschuhe, ggf. Schutzhelm)!

3.6.2 Gefahren durch unsachgemäßen Transport

GEFAHR

Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten

Nicht ordnungsgemäß gesicherte Anlagen oder Zubehörteile können z.B. verrutschen oder umstürzen.

- Den Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage beachten (außerhalb der Mitte)!
- Vor dem Transport der Gefriertrocknungsanlage Kapitel 4 - "Lagerung und Transport" aufmerksam lesen!

3.6.3 Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch schlechte Zugänglichkeit der Anlage

An engen und schlecht zugänglichen Aufstellorten können Ecken und Kanten in den Arbeitsbereich hineinragen.

Es kann zu Verletzungen durch Stoß oder Abschürfen kommen.

- Gefriertrocknungsanlage frei zugänglich aufstellen!
- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!

3.6.4 Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Medienaustritt oder andere Folgen unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse

Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse können zu einem späteren Zeitpunkt beim Betrieb der Anlage zu einem elektrischen Störfall oder zum Austritt von Medien (je nach Ausstattung der Anlage z.B. heißes Wasser, Stickstoff, Wasserstoffperoxid) führen.

Es kann schwerwiegende Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal unter Beachtung der entsprechenden Anschlussspezifikationen herstellen lassen (siehe Kapitel 5 - "Aufstellung und Anschluss" und Kapitel 10 - "Technische Daten")!
- Anschlüsse zu den bauseitigen Rohrleitungen kraft- und momentenfrei ausführen!

3.6.5 Gefahren bei der ersten Inbetriebnahme

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Folgen von Transportschäden oder unsachgemäß ausgeführten Anschlüssen (z.B. Medienaustritt).

Undichtigkeiten nach Transport, Aufstellung und Anschluss der Anlage können bei der ersten Inbetriebnahme z. B. zum Austritt von Medien führen (je nach Ausstattung der Anlage z. B. Kältemittel, Wärmeträgermedium, Hydrauliköl, Stickstoff, Wasserstoffperoxid).

Es kann zu schweren Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Vor der ersten Inbetriebnahme müssen alle Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal auf Dichtigkeit geprüft werden.

3.7 Sicherheitshinweise zum Betrieb

Zum Schutz von Personen und Sachen sind die folgenden Hinweise zum Betrieb der Anlage unbedingt zu beachten.

3.7.1 Gefahren durch Elektrizität

GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrischen Schlag

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

- Arbeiten am elektrischen System der Anlage nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen!
- Die elektrische Ausrüstung der Anlage in regelmäßigen Abständen durch eine Elektrofachkraft überprüfen lassen! Mängel wie lose Verbindungen bzw. beschädigte Kabel sofort beseitigen lassen.

3.7.2 Gefahren durch das Kältesystem

GEFAHR

Erstickungsgefahr durch Kältemittel

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten. Gasförmiges Kältemittel ist schwerer als Luft und kann sich am Boden und in Gruben in höheren Konzentrationen sammeln.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Bei Arbeiten am Kältesystem für gute Belüftung/Absaugung sorgen!

WARNUNG

Vergiftungsgefahr durch Kältemittel

Bei Zersetzung (z.B. durch offene Flammen oder heiße Oberflächen) werden gefährliche Gase frei.

Durch Kontakt mit den Zersetzungsprodukten kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Während der Arbeiten am Kältesystem nicht essen, trinken oder rauchen!

WARNUNG

Gefahr von Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen durch Kältemittel

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel ind flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten.

Bei Kontakt von flüssigem Kältemittel mit der Haut kann es zu Kalt-verbrennungen bzw. Erfrierungen kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!

3.7.3 Gefahren durch Stickstoff

GEFAHR

Erstickungsgefahr durch Stickstoff

Bei der Belüftung der Kammer mit Stickstoff kann das Gas durch Öffnungen im System (z.B. nicht korrekt angeschlossene Zuleitung, nicht korrekt geschlossene Beladetür) austreten. Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über eine automatische türgesteuerte Inertisierungssequenz, wird nach dem Schließen der Beladetür die Kammer für eine voreingestellte Zeitdauer mit Stickstoff gespült. Beim erneuten Öffnen der Tür wird eine laufende Inertisierungssequenz abgebrochen. Der Anwender ist einer Stickstoffmenge ausgesetzt, die dem Kammervolumen entspricht. Häufiges Öffnen und Schließen der Beladetür erhöhte die Stickstoffmenge entsprechend. Stickstoff ist schwerer als Luft und kann sich am Boden und in Gruben in höheren Konzentrationen sammeln.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit fachgerecht installierten Stickstoff-Anschlüssen betrieben werden!
- Arbeiten an den Stickstoffleitungen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!

3.7.4 Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte

GEFAHR

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte

Bedienpersonal:

Beim Be- und Entladen der Stellflächen ist das Personal dem Produkt ausgesetzt.

Wartungspersonal:

Bei Wartungsarbeiten an produktberührten Teilen (z.B. alle Teile im Inneren der Kammern, Vakuumpumpe) kann das Personal Produktrückständen ausgesetzt sein.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

Bedienpersonal:

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen

  oder

- ein Isolatersystem an der Anlage verwenden!

Wartungspersonal:

- Vor Beginn von Wartungsarbeiten geeignete Maßnahmen zur Dekontamination durchführen!
- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!

3.7.5 Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten

GEFAHR

Explosionsgefahr durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten

Bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten kann es zur Bildung von Gasgemischen kommen, die sich an bestimmten Komponenten der Anlage entzünden können.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Die Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten darf nur durchgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage über folgende Ausstattungsmerkmale verfügt:
  - Edelstahltür,
  - Schaugläser aus Echtglas,
  - beständiges Dichtungsmaterial,
  - Türkontaktschalter zum Auslösen der Inertisierung,
  - Durchflussmessung in der Inertgasleitung,
  - Vakuumpumpe in chemiefester Ausführung,
  - kapazitive Vakuummesssonde und Drucksensor,
  - Entfall bzw. Ausbau von Produkttemperaturfühlern PT100 und LyoRx oder speziell geschaltete PT100 (kabelgebunden),
  - Entfall bzw. Ausbau von WTMplus
  - Fertigung des Trocknungsraums (produktberührter Bereich) ohne Einsatz von Buntmetallen,
  - angepasste Anlagensteuerung.
- Sollen Lösungsmittel verwendet werden, die nicht in der Tabelle in Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung"aufgeführt sind, ist eine Rücksprache mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungs-anlagen GmbH zwingend erforderlich!
- Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Stoffe beachten!

3.7.6 Gefahren durch Azide in den Ausgangsprodukten

GEFAHR

Explosionsgefahr durch Azide in den Ausgangsprodukten

Azide bilden in Verbindung mit Buntmetallen (z. B. Kupfer, Messing, Bronze), die in Leitungssystemen oder z.B. der Vakuumpumpe verbaut sein können, explosionsfähige Metallazide. Zudem können sich beim Belüften nach Trocknungsende explosionsfähige Staub-Luft-Gemische bilden.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Ausgangsprodukte, die Azide enthalten, dürfen nicht ohne besondere Schutzmaßnahmen und apparative Vorkehrungen (z.B. spezielle Vakuumpumpe) und nur nach Einzelfalluntersuchung und schriftlicher Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungs-anlagen GmbH getrocknet werden!

GEFAHR

Vergiftungsgefahr durch Azide in den Ausgangsprodukten

Bedienpersonal:

Beim Be- und Entladen der Stellflächen ist das Personal dem Produkt ausgesetzt.

Wartungspersonal:

Bei Wartungsarbeiten an produktberührten Teilen (z.B. alle Teile im Inneren der Kammern, Vakuumpumpe) kann das Personal Produktrückständen ausgesetzt sein.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen. Beim Einatmen besteht die Gefahr eines Lungenödems.

Bedienpersonal:

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen

  oder
- ein Isolatersystem an der Anlage verwenden!

Wartungspersonal:

- Vor Beginn von Wartungsarbeiten geeignete Maßnahmen zur Dekontamination durchführen!
- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!

3.7.7 Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser)

WARNUNG

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Kondensat (Abtauwasser)

Das Kondensat kann gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Kontakt mit dem Kondensat kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Kondensat unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Bei Wartungsarbeiten am Medienablaufsystem (insbesondere bei der Reinigung der Ventile und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!

3.7.8 Gefahren durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase

WARNUNG

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase

Die Vakuumpumpenabgase können gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeitetem Produkt enthalten.

Durch Einatmen kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Ölnebelabscheiders angeschlossenen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden!
- Abhängig vom verarbeiteten Produkt ggf. eine geeignete Filtereinrichtung in der Abgasleitung installieren! Die örtlichen Bestimmungen zum Umweltschutz beachten!

3.7.9 Gefahren durch heißes und kontaminiertes Vakuumpumpenöl

WARNUNG

Verbrühungsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem heißen Vakuumpumpenöl ausgesetzt.

Bei Kontakt mit der Haut kann es zu Verbrühungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Geeignetes Auffanggefäß verwenden!

WARNUNG

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem Vakuumpumpenöl ausgesetzt, das gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten kann. Synthetische Öle können zudem beim Erhitzen über 300°C und beim Anzünden giftige Gase freisetzen.

Durch das Einatmen von Dämpfen, die aus dem Öl austreten, oder durch Kontakt mit der Haut kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!
- Öl unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Öl nicht mit Tabakwaren in Berührung bringen!

3.7.10 Gefahren durch die Beladetür

GEFAHR

Quetschgefahr durch Bewegung der Beladetür

Die Beladetür, insbesondere in Edelstahl-Ausführung, ist aufgrund ihrer Masse relativ träge und lässt sich nur bedingt abbremsen.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen zwischen Tür und Kammerfront.

- Zum Schließen der Beladetür den Türverschlussriegel anfassen und das Türblatt langsam bewegen. Beladetür nicht an der Kante anfassen!
- Tür durch Drehen des Türverschlussriegels verriegeln!

3.7.11 Gefahren durch heiße Oberflächen

WARNUNG

Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

Anlagengehäuse

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Anlage (insbesondere Aggregate und Leitungen) heiß sein.

Innerhalb der Kammer:

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer (Kammerwände, Stellflächen, Zwischenventil usw.) heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!

3.7.12 Gefahren durch kalte Oberflächen

WARNUNG

Gefahr des Anfrierens an kalten Oberflächen

Stellflächen und Eiskondensatorschlangen können während der Beladung bereits kalt sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann die Haut daran anfrieren.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!

3.7.13 Gefahren durch Überdruck in der Kammer

GEFAHR

Verletzungsgefahr durch Bersten der Kammer

Die Kammer der Gefriertrocknungsanlage ist für Vakuum ausgelegt. Sie ist kein Druckgefäß! Im Störfall kann sich in der Kammer ein unzulässiger Überdruck aufbauen, der zum Bersten der Kammer führen kann.

Es kann zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit fachgerecht montierten Sicherheitsventil mit 0,4 bar (Ü) Ansprechdruck am Druckentlastungs-flansch betrieben werden!
- Das Sicherheitsventil nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Betrieb setzen!

3.8 Sicherheitseinrichtungen

WARNUNG

Die Sicherheitseinrichtungen wurden installiert, um das Bedienpersonal vor Verletzungen zu schützen.

Sind nicht alle Sicherheitseinrichtungen voll funktionsfähig **und** alle Bedienelemente frei zugänglich, kann es zu schweren Gesundheits-schäden kommen.

- Die Sicherheitseinrichtungen nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Betrieb setzen!
- Die Sicherheitseinrichtungen entsprechend den jeweils geltenden nationalen und internationalen Gesetzen, Vorschriften und Regeln zur Unfallverhütung und zum Arbeitsschutz regelmäßig auf korrekte Funktion überprüfen!
- Die sicherheitsrelevanten Bedienelemente (Netzschalter, Standby-Schaltfläche) jederzeit frei zugänglich halten!

Netzschalter

Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"

Der Netzschalter ermöglicht es, die Gefriertrocknungsanlage von der Netz-spannung zu trennen. Alle automatischen Ventile werden geschlossen, alle Aggregate werden ausgeschaltet. Ein laufender Prozess wird pausiert und kann später fortgesetzt werden.

Sicherheitsventil (Druckentlastungsflansch)

Um zu verhindern, dass sich in der Kammer ein kritischer Überdruck aufbauen kann, ist die Kammer mit einem Druckentlastungsflansch ausgestattet, an dem ein Sicherheitsventil mit 0,4 bar (Ü) Ansprechdruck installiert ist.

Bei der Belüftung mit Gasen unter Überdruck muss bauseits eine Schutzvorrichtung zur gezielten Abführung installiert werden. Bei frei aufgestellten Gefriertrocknungsanlagen muss zu diesem Zweck eine Öffnung in die obere Verkleidung geschnitten werden.

Potentialausgleichsschraube zur Schutzleiterprüfung

Zur Schutzleiterprüfung befindet sich an der Rückseite der Gefriertrocknungsanlage eine Potentialausgleichsschraube. Mit einem entsprechenden Messgerät kann eine Schutzleiterprüfung durchgeführt werden.

Sonderausstattung: Türkontaktschalter für türgesteuerte Inertisierung

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über eine automatische türgesteuerte Inertisierungssequenz, wird der Status der Beladetür von den Türkontaktschaltern überwacht. Nach dem Schließen der Beladetür wird die Kammer für eine voreingestellte Zeitdauer mit Stickstoff gespült. Beim erneuten Öffnen der Tür wird eine laufende Inertisierungssequenz abgebrochen und damit die Stickstoffzufuhr gestoppt.

3.9 Verhalten bei Gefahren und Unfällen

Gefährlicher elektrischer Störfall:

- Netzschalter der Anlagensteuerung auf "0" stellen, um die Spannungsversorgung komplett zu unterbrechen.

Feuer:

- Brand im elektrischen System mit CO_2-Löscher löschen!
- Brennendes Öl mit CO_2-Löscher oder Pulverlöscher löschen!

Bewusstlosigkeit/Bewegungsunfähigkeit durch Stickstoff oder Kältemittel:

- Unter Beachtung des **Selbstschutzes** (z.B. umluftunabhängiges Atemgerät) Betroffene an die frische Luft bringen, warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bei Atemstillstand künstlich beatmen.

Elektrischer Schlag:

- Unter Beachtung des **Selbstschutzes** den Stromkreis so schnell wie möglich unterbrechen (Hauptschalter und Steuerungsschalter betätigen). Betroffene warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bewusstsein und Atmung ständig überwachen. Bei Bewusstlosigkeit und fehlender normaler Atmung Herz-Lungen-Wiederbelegung durchführen.

Verbrennungen:

- Kleinflächige Verbrennungen (z. B. Finger) sofort ca. 2 Minuten mit kaltem Wasser abkühlen.
- Größere verbrannte Körperoberflächen sollen aufgrund der daraus resultierenden Gefahr der Unterkühlung nicht gekühlt werden.
- Brandwunden locker und keimfrei bedecken (z.B. mit einem Verbandtuch).
- Betroffene warm und ruhig halten.

Verätzungen (z.B. durch H_2O_2):

- Augen:
  Mindestens 15 Minuten lang bei geöffnetem Lidspalt mit reichlich Wasser spülen (Augenspülflasche). **Sofort einen Augenarzt hinzuziehen**, auch wenn keine unmittelbaren Symptome auftreten. Beim Transport zum Augenarzt möglichst weiter spülen.
- Atemwege:
  Betroffene unter Benutzung eines **geeigneten Atemschutzes** an die frische Luft bringen, warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstlich beatmen.
- Haut:
  Mit reichlich Wasser abwaschen. Kontaminierte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!**
- Mund und Speiseröhre:
  Niemals einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen. Mund mit Wasser ausspülen. Bei erhaltenem Bewusstsein: Viel Wasser trinken lassen (maximal 2 Trinkgläser). Kein Erbrechen auslösen. Bei Spontanerbrechen den Kopf des Betroffenen in Bauchlage tief halten, um das Eindringen von Flüssigkeiten in die Luftwege zu verhüten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!**

IM ZWEIFEL IMMER DEN NOTARZT VERSTÄNDIGEN!

3.10 Emission von Dämpfen

Der beim Betrieb der Vakuumpumpe austretende Ölnebel muss durch einen Abgasfilter (Ölnebelabscheider) zurückgehalten oder abgeleitet werden. Ein Abgasfilter verhindert Luftverschmutzung durch Ölnebel, der von den Pumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird.

Zusätzlich ist am Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Abgasfilters eine Abluftleitung anzuschließen, durch die die Abgase über Dach abgeführt werden.

3.11 Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage

Verwendete Stoffe und Materialien sind sachgerecht zu handhaben und zu entsorgen (Sicherheitsdatenblätter beachten!), insbesondere

- bei Arbeiten mit Lösungsmitteln, Laugen und Säuren,
- beim Wechseln und Auffüllen von Betriebsmitteln.

Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

3.12 An- und Umbauten an der Gefriertrocknungsanlage

Alle An- und Umbauten an der Anlage bedürfen einer schriftlichen Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.

3.13 Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage

Um einen sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage zu gewährleisten, sind vor jeder Trocknung folgende Maßnahmen unbedingt zu beachten:

Aufstellung, Anschluss und Betrieb

- Ordnungsgemäße Aufstellung und korrekten Anschluss der Gefriertrocknungsanlage überprüfen (s. Kap. 5 - "Aufstellung und Anschluss").
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör vor jeder Inbetriebnahme auf äußerlich erkennbare Schäden überprüfen.
- Gefriertrocknungsanlage während des Betriebs nicht anstoßen oder bewegen.
- Während des Betriebs nicht auf der Gefriertrocknungsanlage abstützen oder an die Anlage anlehnen.
- Gefriertrocknungsanlage bei Funktionsstörungen sofort außer Betrieb nehmen. Störungen beseitigen (s. Kap. 7 - "Störungen und Fehlersuche") oder ggf. den Service der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").
- Reparaturen ausschließlich von autorisiertem Fachpersonal durchführen lassen.

Brandschutz

- Bestimmte elektrische Kreisläufe der Gefriertrocknungsanlage sind durch Sicherungen geschützt. Beim Austausch immer Sicherungen desselben Typs und derselben Stärke verwenden.

Sicherheitsbereich

- Grundsätzlich einen Sicherheitsbereich von mindestens 30 cm um die Gefriertrocknungsanlage freihalten.
- Niemals Gefahrenstoffe jeglicher Art im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage lagern.
- Kein potentiell gefährliches Material wie z. B. Glasgefäße mit Flüssigkeiten im Sicherheitsbereich abstellen. Verschüttete Flüssigkeiten

können in die Anlage eindringen und elektrische oder mechanische Bauteile beschädigen.

- Personen dürfen sich nicht länger als für den Betrieb notwendig im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage aufhalten.

Zubehör

- Gefriertrocknungsanlage niemals mit Zubehör betreiben, das Beschädigungen aufweist.
- Nur von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH zugelassenes Zubehör verwenden, mit Ausnahme handelsüblicher Gefäße aus Glas oder Kunststoff. Vor der Benutzung von minderwertiger Handelsware wird ausdrücklich gewarnt! Glasbruch oder platzende Gefäße können während der Gefriertrocknung gefährliche Zustände erzeugen.

3.14 Restrisiken

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei ihrer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Beeinträchtigungen am Gerät oder an anderen Sachwerten entstehen.

- Die Gefriertrocknungsanlage ist nur bestimmungsgemäß zu verwenden (s. Kap. 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung")
- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in einwandfreiem Zustand betrieben werden.
- Alle Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen, sind sofort zu beseitigen.

4 Lagerung und Transport

4.1 Abmessungen und Gewicht

	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Höhe (ohne Zubehör):	520 mm	520 mm
Breite:	780 mm	780 mm
Tiefe (incl. Vakuumflanschanschluss):	550 mm	550 mm
Gewicht:	ca. 110 kg	ca. 140 kg

4.2 Lagerbedingungen

Um einen sicheren Schutz vor mechanischen und klimatischen Belastungen zu gewährleisten, sind für die Verpackung und Lagerung der Gefriertrocknungsanlage die Richtlinien des Bundesverbandes Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e. V. (HPE-Verpackungsrichtlinien) einzuhalten.

Insbesondere hat die Lagerung

- staubfrei,
- trocken,
- ohne große Temperaturschwankungen,
- ohne mechanische Belastung

zu erfolgen.

4.3 Auspacken

WARNUNG

Allgemeine Verletzungsgefahr

Zu den allgemeinen Gefahren beim Auspacken und während des Transports der Anlage zählen Stoß, Quetschen, Abschürfen, Schneiden usw.

Es kann zu schweren Verletzungen kommen.

- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!
- Persönliche Schutzausrüstung tragen (Sicherheitsschuhe, Arbeitshandschuhe, ggf. Schutzhelm)!

GEFAHR

Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten

Nicht ordnungsgemäß gesicherte Anlagen oder Zubehörteile können z.B. verrutschen oder umstürzen.

- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage den Schwerpunkt beachten (außerhalb der Mitte)!

VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage **Epsilon 1-4 LSCplus** wiegt ca. 110 kg!

Die Gefriertrocknungsanlage **Epsilon 2-4 LSCplus** wiegt ca. 140 kg!

Die Gefriertrocknungsanlage ist in einer Holzkiste verpackt.

- Nach dem Öffnen der Kiste Zubehör entnehmen.
- Verpackungsmaterial herausnehmen.
- Seitenwände der Kiste demontieren.
- Gefriertrocknungsanlage mit einer Hubeinrichtung vom Kistenboden abheben. Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen.
- Verpackung für evtl. späteren Transport der Gefriertrocknungsanlage aufbewahren.

4.4 Transport

WARNUNG

Allgemeine Verletzungsgefahr

Zu den allgemeinen Gefahren während des Transports der Anlage zählen Stoß, Quetschen, Abschürfen, Schneiden usw.

Es kann zu schweren Verletzungen kommen.

- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!
- Persönliche Schutzausrüstung tragen (Sicherheitsschuhe, Arbeitshandschuhe, ggf. Schutzhelm)!

GEFAHR

Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten

Nicht ordnungsgemäß gesicherte Anlagen oder Zubehörteile können z.B. verrutschen oder umstürzen.

- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage den Schwerpunkt beachten (außerhalb der Mitte)!

VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage **Epsilon 1-4 LSCplus** wiegt ca. 110 kg!

Die Gefriertrocknungsanlage **Epsilon 2-4 LSCplus** wiegt ca. 140 kg!

- Die Gefriertrocknungsanlage in einer geeigneten Verpackung transportieren, am besten in der Originalverpackung.
- Alle Transportsicherungen montieren (s. Kap. 4.4.1 - "Transportsicherungen").
- Gefriertrocknungsanlage grundsätzlich mit einer Hubeinrichtung anheben.
- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen. Auf keinen Fall am Kunststoff-Bedienpult angreifen.
- Beim Abstellen des Gerätes darauf achten, dass die Gerätefüße gerade stehen (siehe folgende Abbildungen).

richtig **falsch**

Abb. 14: Gerätefüße

4.4.1 Transportsicherungen

Vor der Inbetriebnahme müssen folgende Transportsicherungen entfernt werden:

- Vakuummesssonde installieren (s. Kap. 5.3 - "Vakuummesssonde").
- Verpackungsmaterial um die Auffangschale in der Trocknungskammer entfernen.
- Bei Gefriertrocknungsanlagen mit Verschlussvorrichtung: Styroporblöcke zwischen Verschlussvorrichtung und Stellfläche entfernen.

HINWEIS

Vor jedem Transport müssen die Transportsicherungen wieder installiert werden.

5 Aufstellung und Anschluss

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch schlechte Zugänglichkeit der Anlage

An engen und schlecht zugänglichen Aufstellorten können Ecken und Kanten in den Arbeitsbereich hineinragen.

Es kann zu Verletzungen durch Stoß oder Abschürfen kommen.

- Gefriertrocknungsanlage frei zugänglich aufstellen.
- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Medienaustritt oder andere Folgen unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse

Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse können zu einem späteren Zeitpunkt beim Betrieb der Anlage zu einem elektrischen Störfall oder zum Austritt von Medien (je nach Ausstattung der Anlage z.B. heißes Wasser, Stickstoff, Wasserstoffperoxid) führen.

Es kann schwerwiegende Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal unter Beachtung der entsprechenden Anschlussspezifikationen herstellen lassen (siehe Hinweise in diesem Kapitel und Kapitel 5 - "Aufstellung und Anschluss")!
- Anschlüsse zu den bauseitigen Rohrleitungen kraft- und momentenfrei ausführen!

Kapitel 10 - "Technische Daten"

5.1 Aufstellort

Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in geschlossenen und trockenen Räumen betrieben werden.

- Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.
- Sicherheitsabstand von mindestens 30 cm zur Wand einhalten, damit die im Gerät befindlichen Lüftungsöffnungen in vollem Querschnitt wirksam bleiben.
- Die Umgebungstemperatur muss +10°C bis +25°C betragen.
- Gefriertrocknungsanlage keinen thermischen Belastungen z.B. durch Wärmeerzeuger aussetzen.
- Direkte Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) vermeiden.

5.2 Energieversorgung

5.2.1 Anschlussart

GEFAHR

Die auf dem Typenschild angegebene Betriebsspannung muss mit der örtlichen Versorgungsspannung übereinstimmen!

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Die Geräte des Typs **Epsilon 1-4 LSCplus** und **Epsilon 2-4 LSCplus** sind mit einer dreiadrigen Netzanschlussleitung mit Kaltgerätestecker ausgerüstet (s. Kap. 10 - "Technische Daten").

5.2.2 Sicherungen bauseits

Die Gefriertrocknungsanlage muss bauseits typisch mit jeweils 16 Amp G abgesichert werden.

5.3 Vakuummesssonde

HINWEIS

Unbedingt die separate Betriebsanleitung für die Vakuummesssonde beachten!

Um die Vakuummesssonde vor Transportschäden zu schützen, wird sie in der Originalverpackung ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme der Gefriertrocknungsanlage muss die Sonde installiert werden.

1 Vakuummesssonde
2 Anschlussbuchse Spannungsversorung

Abb. 15: Position der Vakuummesssonde und der Anschlussbuchse

- Anlage am Netzschalter ausschalten.
- Vakuummesssonde aus der Originalverpackung entnehmen und mit einem Spannring DN16KF und einem Zentrierring (beides im Lieferumfang enthalten) auf dem Anschluss befestigen.
- Den Stecker (an der Anlage installiert) auf die Vakuummesssonde stecken und die Schraube auf dem Stecker handfest anziehen.

HINWEIS

Die herstellerabhängigen Anweisungen in der separaten Bedienungsanleitung der Vakuummesssonde sind unbedingt zu befolgen!

HINWEIS

Die Vakuummesssonde wird im abgeglichenen Zustand ausgeliefert.

Nach dem Einschalten der Gefriertrocknungsanlage benötigt die Vakuummesssonde einige Minuten, bis sie betriebsbereit ist.

Vakuummesssonden verschiedener Hersteller

Die Gefriertrocknungsanlage ist standardmäßig mit einer Vakuummesssonde nach Pirani ausgestattet (z. B. Thyracont VSP63). Sollen lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukten getrocknet werden, muss die Anlage neben anderen speziellen Ausstattungsmerkmalen über kapazitive Vakuummesssonden (z. B. MKS 722B) und Drucksensoren verfügen.

HINWEIS

Dürfen ausschließlich kapazitive Messsonden eingesetzt werden (z.B. bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten), ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

Thyracont VSP62/63

MKS 722B

Pfeiffer TPR 280/281

Abb. 16: eingesetzte Vakuummesssonden verschiedener Hersteller

5.4 Bedienung der Beladetür

GEFAHR

Quetschgefahr durch Bewegung der Beladetür

Die Beladetür, insbesondere in Edelstahl-Ausführung, ist aufgrund ihrer Masse relativ träge und lässt sich nur bedingt abbremsen.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen zwischen Tür und Kammerfront.

- Zum Schließen der Beladetür den Türverschlussriegel anfassen und das Türblatt langsam bewegen. Beladetür nicht an der Kante anfassen!
- Tür durch Drehen des Türverschlussriegels verriegeln.

Nach dem Beladen der Trocknungskammer wird die Beladetür geschlossen und mit Hilfe des Knebelgriffs fest gegen den Flansch der Trocknungskammer gepresst. Der Griff steht jetzt senkrecht zur Türkante (siehe Abb.). Wird während des Trocknungsprozesses ein Vakuum in der Trocknungskammer aufgebaut, wird die Beladetür dichter an den Flansch der Trocknungskammer gezogen; als Folge hängt der Knebelgriff lose nach unten.

HINWEIS

Steht der Knebelgriff beim Verschließen der Beladetür nicht senkrecht nach unten, kann er neu eingestellt werden. Dazu die Innensechskantschraube (SW 8) lösen, den Griff neu justieren und die Schraube wieder festziehen.

WARNUNG

Der Türgriff darf niemals festgezogen werden, während in der Trocknungskammer ein Vakuum anliegt. Bei der Belüftung steigt der Druck auf den Knebelgriff so stark, dass es zu irreparablen Schäden an der Beladetür kommen kann!

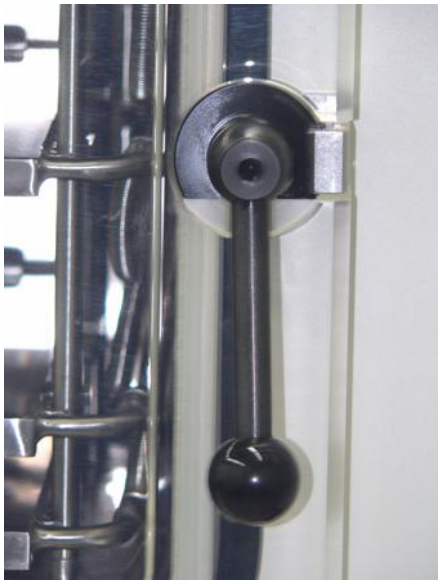


Abb. 17: Türverschluss einer Beladetür; hier: Türanschlag links (Beispiel)

5.5 Belüftungsventil

Das Belüftungsventil befindet sich an der rechten Geräteseite oben (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Nach Beenden eines Gefriertrocknungsprozesses wird die Anlage über das Belüftungsventil belüftet.

HINWEIS

Über die Schlauchtülle des Belüftungsventils kann die Eiskondensatorkammer mit Stickstoff geflutet werden.

WARNUNG

Bei der Belüftung mit Gasen unter Überdruck ist bauseits eine Schutzvorrichtung zu installieren.

5.6 Vakuumpumpe

HINWEIS

Unbedingt die separate Betriebsanleitung für Vakuumpumpe und ggf. Ölnebelabscheider beachten!

WARNUNG

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase

Die Vakuumpumpenabgase können gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeitetem Produkt enthalten.

Durch Einatmen kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Ölnebelabscheiders angeschlossen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden!
- Abhängig vom verarbeiteten Produkt ggf. eine geeignete Filtereinrichtung in der Abgasleitung installieren! Die örtlichen Bestimmungen zum Umweltschutz beachten!

Die Vakuumpumpe wird mit dem Vakuumanschluss der Anlage verbunden und in die entsprechend gekennzeichnete Steckdose an der Anlagenrückwand angeschlossen (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

HINWEIS

Der maximale Strom für die durch die Anlage versorgte Vakuumpumpe ist begrenzt. Unbedingt den Aufkleber bei der Steckdose der Vakuumpumpe beachten (siehe folgende Abbildung)!

Ist der von der Vakuumpumpe benötigte Strom größer als der angegebene Wert, muss die Pumpe separat durch eine bauseitige Steckdose versorgt werden.

1 Aufkleber mit Angabe des Maximalstroms

Abb. 18: Angabe des Maximalstroms für die Vakuumpumpe (Beispiel)

Der beim Betrieb der Pumpe austretende Ölnebel muss durch einen Ölnebelabscheider zurückgehalten oder abgeleitet werden.

- Wir empfehlen unbedingt die Verwendung eines Ölnebelabscheiders. Der Filter verhindert Luftverschmutzung durch Ölnebel, der von den Pumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird.
- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Ölnebelabscheiders angeschlossen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden. Die Leitung muss so verlegt sein, dass kein Kondensat in die Pumpe zurücklaufen kann. Bei steigenden Leitungen empfehlen wir die Verwendung eines Abscheiders (Woulff'sche Flasche oder Waschflasche).

5.7 Drucksteuerventil

Das Drucksteuerventil ist in der Saugleitung zwischen Vakuumpumpe und Eiskondensatorkammer installiert und unterbricht in festgelegten Prozessphasen den Volumenstrom zur Vakuumpumpe (s. Kap. 2.2.1 - "Gefriertrocknung allgemein").

VORSICHT

Das Drucksteuerventil muss in Richtung des Volumenstroms in der gekennzeichneten Einbaurichtung installiert sein (siehe Abbildung).

1 Drucksteuerventil
2 Anschluss Vakuumpumpe

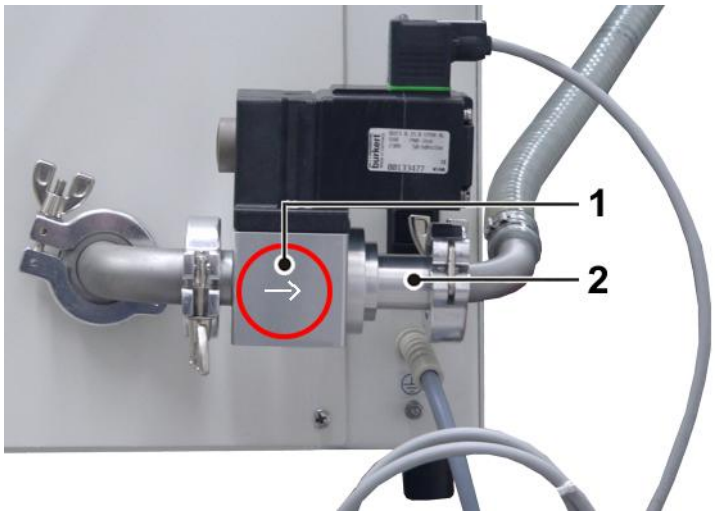


Abb. 19 Installation des Drucksteuerventils

5.8 Gummiventile

Mit den Gummiventilen (Best.-Nr. 121860) können Rundkolben, Weithalsfilterverschlussflaschen oder Verteilerstücke für Ampullen an einen Trockenrechen oder eine Trocknungskammer angeschlossen werden. Je nach Anschluss des Zubehörteils kann der blaue Stopfen entfernt werden.

1 Absperrknebel
2 Belüftungsanschluss
3 Gefäßanschluss ("Schliff")
4 Gummistopfen
5 Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage (z.B über einen Trockenrechen)

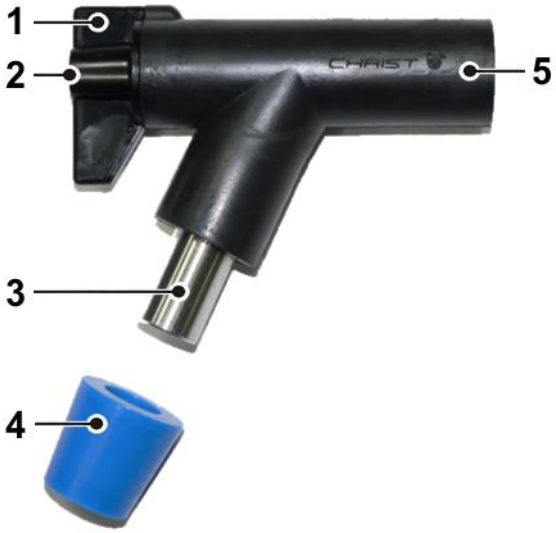


Abb. 20: Gummiventil

HINWEIS

Die Gummiventile werden ungefettet ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme müssen sie daher am Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage und am Gefäßanschluss mit Vakuumfett dünn gefettet werden, um eine problemlose Handhabung zu gewährleisten.

In Position A (siehe Abb. unten) ist der Belüftungsanschluss geöffnet und der Gefäßanschluss geschlossen. Das Zubehör wird belüftet, während das Vakuum in der Trocknungskammer erhalten bleibt. So ist ein Wechsel von Gefäßen ohne Unterbrechung des Trocknungsprozesses möglich.

In Position B ist der Belüftungsanschluss geschlossen und der Gefäßanschluss geöffnet. Das angeschlossene Zubehör ist mit der Gefriertrocknungsanlage verbunden.

In Position C sind sowohl Belüftungsanschluss als auch Gefäßanschluss geschlossen.

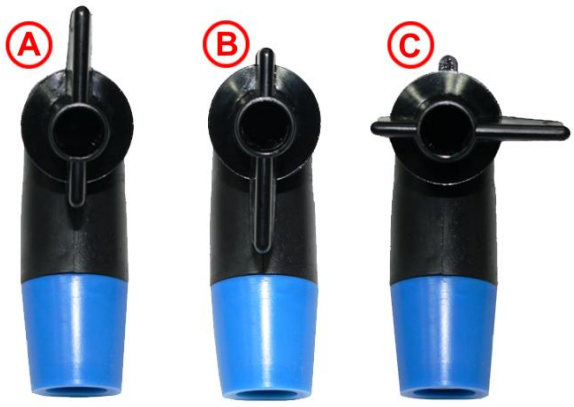


Abb. 21: mögliche Positionen des Absperrknebels

6 Betrieb

6.1 Erste Inbetriebnahme

WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Folgen von Transportschäden oder unsachgemäß ausgeführten Anschlüssen (z.B. Medienaustritt).

Undichtigkeiten nach Transport, Aufstellung und Anschluss der Anlage können bei der ersten Inbetriebnahme z. B. zum Austritt von Medien führen (je nach Ausstattung der Anlage z. B. Kältemittel, Wärmeträgermedium, Hydrauliköl, Stickstoff, Wasserstoffperoxid).

Es kann zu schweren Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Vor der ersten Inbetriebnahme müssen alle Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal auf Dichtigkeit geprüft werden.

6.2 Installation von Zubehörkomponenten

Das Zubehör wird entsprechend dem Trocknungsverfahren und dem Lieferumfang komplettiert.

Die Installationsanweisungen finden Sie in einem separaten Dokument. Für Rückfragen steht Ihnen unser Vertriebsteam gern zur Verfügung.

6.3 Vorbereitung

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein.

- Wasserrückstände vom vorigen Lauf entfernen.
- Medienablaufventil und Belüftungsventil schließen.
- Sicherstellen, dass alle am Zubehör vorhandenen Ventile geschlossen sind.
- Vakuumpumpe einschalten.

6.4 Einschalten

- Netzschalter betätigen.

Die Anlagensteuerung führt zunächst eine Eigenprüfung und Initialisierung durch. Diese nimmt einige Sekunden in Anspruch.

- Sicherheits- und Gefahrenhinweise beachten (s. Kap. 3 - "Sicherheit")!

6.5 LSCplus Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung LSCplus ("Lyo Screen Control plus") wurde eigens für die Steuerung von Gefriertrocknungsprozessen entwickelt. Die übersichtlich gestaltete Bedienoberfläche ermöglicht eine intuitive Bedienung der Anlage.

Abb. 22: Startbildschirm der LSCplus Anlagensteuerung (Beispiel)

6.5.1 Bedienoberfläche

Die Bedienung erfolgt per "touch panel", d.h. durch Berühren der Schaltflächen auf dem Display. Jede Schaltfläche ist mit einem Rahmen gekennzeichnet. Durch Drücken wird die Schaltfläche aktiviert. Je nach Funktion öffnet sich ein Dialogfenster, ein Wert kann verändert werden oder eine Transaktion wird bestätigt.

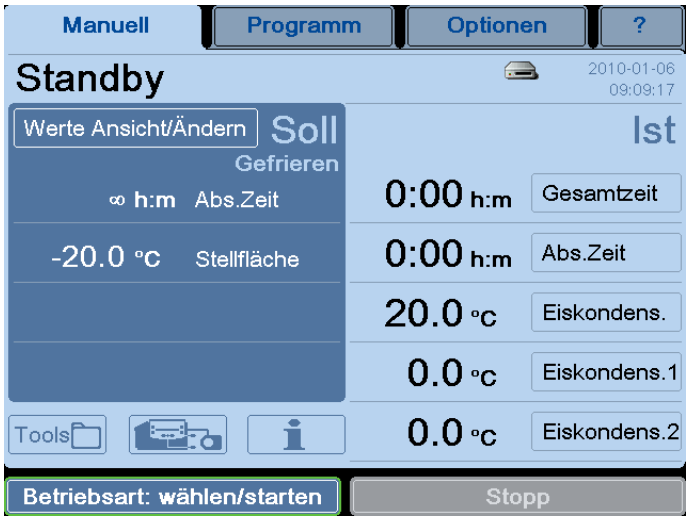


Abb. 23: Schaltflächen sind mit einem Rahmen gekennzeichnet

Die Bedienoberfläche ist in vier Hauptfenster gegliedert, die durch Berührung der jeweiligen Schaltfläche aufgerufen werden können:

Manuell

Dieses Fenster bildet gleichzeitig die Standard-Bedienoberfläche. Von hier aus werden Gefriertrocknungsprozesse manuell gesteuert.

Programm

In diesem Bereich werden Programme erstellt und ausgeführt, die den Gefriertrocknungsprozess automatisieren und reproduzierbar machen. Diese Funktion ist nur mit der Option Programmgeber PGMplus verfügbar.

Optionen

In diesem Fenster werden individuelle Einstellungen vorgenommen, die dem Anwender die größtmögliche Anpassung an seinen Arbeitsbereich bieten sollen.

?

Hier sind alle relevanten Informationen zur Anlagensteuerung auf einen Blick zu finden. Diese Daten erleichtern bei Rückfragen im Werk die Zuordnung und beschleunigen die Abwicklung.

6.5.1.1 Hauptfenster "Manuell"

In diesem Hauptfenster werden alle relevanten Prozessdaten angezeigt. Hier können die einzelnen Phasen eines Gefriertrocknungsprozesses manuell gesteuert werden.

1 Statuszeile
2 Prozess-Sollwerte
3 Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
4 Istwerte aktueller Prozess
5 Schaltfläche "Tools"
6 Schaltfläche "Anlagenschema"
7 Schaltfläche "Prozess- und Anlagen-meldungen"
8 Schaltfläche "Betriebsart / Start"
9 Schaltfläche "Stopp"

Abb. 24: Übersicht Hauptfenster "Manuell"

Statuszeile (1)

In dieser Zeile wird der Betriebszustand der Gefriertrocknungsanlage und die aktive Phase angezeigt.

In der Statuszeile wird auch das aktuelle Datum und die Uhrzeit angezeigt. Die Uhr ist batteriegepuffert und muss nach Ausfall neu eingestellt werden (Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Abschnitt "Verwaltung").

Außerdem gibt das Laufwerk-Symbol Auskunft über den Status des externen Datenträgers bzw. des Netzlaufwerks. Folgende Anzeigen sind möglich:

kein Symbol	Kein USB Datenträger oder LAN Netzwerk angeschlossen
	USB Datenträger angeschlossen
	Prozessaufzeichnung auf USB Datenträger aktiv
	Netzwerk angeschlossen, aber kein Netzlaufwerk verbunden
	Netzlaufwerk verbunden (z.B. LPCplus, LyoLogplus)
	Netzlaufwerk verbunden und Prozessaufzeichnung aktiv

Prozess Sollwerte (2)

Im Manuell-Modus werden vor Prozessbeginn die Sollwerte für die einzelnen Phasen eingegeben. Für jede Phase sind Wertebereiche hinterlegt, die im Eingabefenster mit Hilfe der Schaltflächen "min" oder "max" angezeigt werden können (s. Kap. 6.5.2.1 - "Sollwerteingaben im manuellen Modus").

Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" (3)

Mit dieser Schaltfläche werden die einzelnen Parameter zur Änderung aufgerufen.

Istwerte aktueller Prozess (4)

In diesem Bereich werden die aktuellen Prozessdaten angezeigt. Jedes Feld ist frei konfigurierbar:

- Schaltfläche des Feldes auswählen, das angepasst werden soll. Es erscheint ein Dialogfenster:

Abb. 25: Dialogfenster "Auswahl Istwert"

- Gewünschte Konfiguration auswählen oder mit "zurück" das Dialogfenster verlassen.

Auf diese Weise kann eine individuelle Übersicht der Istwerte zusammengestellt werden.

Dialogfenster "Tools" (5)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Hilfsmittel aufgerufen werden.

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Über eine Grafik wird der Zusammenhang zwischen dem Druck und der Probentemperatur dargestellt. Durch Auswahl der Schaltflächen oder durch Bewegen der Pfeile (siehe Abbildung, Pos. 1) können die Werte für Druck oder Temperatur verändert werden. Der jeweils andere Wert wird dann automatisch angepasst.

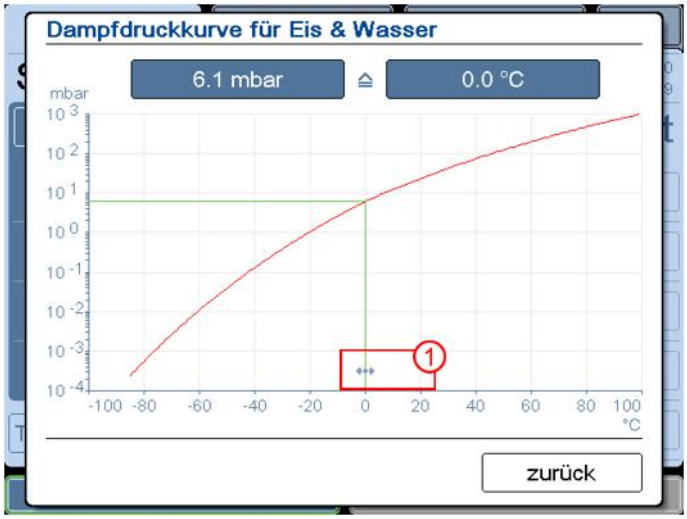


Abb. 26: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Option: USB Prozessaufzeichnung

(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen").

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "Prozessaufzeichnung" auswählen.
- Felder zum Ausfüllen ("Batchdaten") anwählen; es erscheint eine Tastatur zur Eingabe.
- Ggf. unter "Optionen" zwischen manueller oder automatischer Aufzeichnung wählen und ein Aufzeichnungsintervall definieren.
- Dialogfenster mit "zurück" verlassen.

Die Aufzeichnung läuft jetzt im Hintergrund.

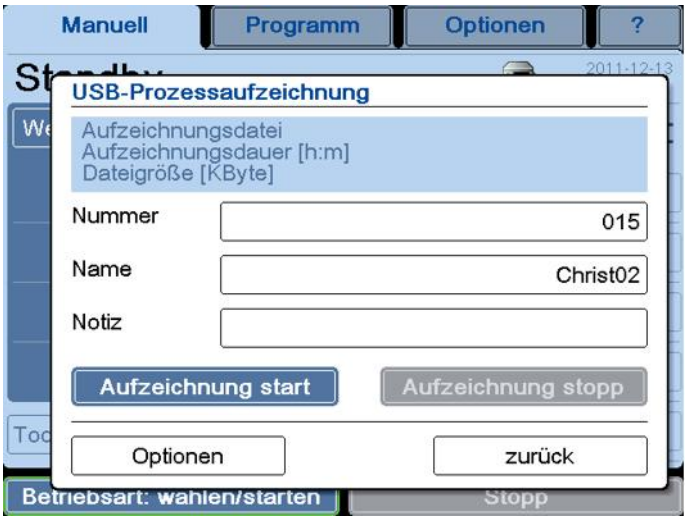


Abb. 27: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

Option: Druckanstiegstest (nur beim → *Zweikammer-Verfahren*)

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist. Die manuelle Ausführung ist sowohl im manuellen Modus als auch im Programmmodus möglich. Zusätzlich kann der Druckanstiegstest automatisch als Teil eines Programms ausgeführt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "Druckanstiegstest" auswählen.
- Sollwerte für Dauer und max. Druckanstieg über die Schaltflächen eingeben.
- Druckanstiegstest starten. Die Testzeit wird angezeigt. Nach Testende erscheint eine Statusmeldung (Druckanstieg erfolgreich oder fehlgeschlagen), und die ermittelten Werte werden angezeigt:

Abb. 28: Dialogfenster Druckanstiegstest

- Durch Betätigen der Schaltfläche "Stopp Test" wird der Druckanstiegstest abgebrochen.

Option: Wägesystem LyoBalance

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem LyoBalance ausgerüstet (s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen"), werden die Parameter in diesem Dialogfenster konfiguriert.

HINWEIS

Separate Bedienungsanleitung des Wägesystems beachten!

Dialogfenster "Anlagenschema" (6)

Durch Auswahl der Schaltfläche "Anlagenschema" wird auf der linken Seite eine schematische Darstellung der Anlage inkl. aller Komponenten eingeblendet. Aktive Komponenten werden dabei grün dargestellt. Durch Anklicken kann die Bezeichnung des jeweiligen Elements und sein → *Betriebsmittelkennzeichen* aufgerufen werden.

Abb. 29: Darstellung eines Anlagenschemas mit Bezeichnung und Betriebsmittelkennzeichen

Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" (7)

In diesem Dialogfenster werden alle Störungen und Meldungen angezeigt und gespeichert. Bei Auftreten einer Störung oder Meldung wird das Fenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" automatisch eingeblendet. Zusätzlich ertönt standardmäßig ein akustisches Signal, bis der Fehler quittiert wird.

Die Störungen werden in drei Kategorien eingeteilt:

- Rot: Fehlermeldungen
- Orange: Prozessmeldungen
- Gelb: Allgemeine Meldungen

An der Darstellungsweise der Meldung lässt sich der Status erkennen. Ein doppelter Rahmen um die Meldung zeigt an, dass der Fehler noch nicht behoben ist. Die Schaltfläche "quit" ändert die Farbe von blau zu grau, wenn die Meldung quittiert wird.

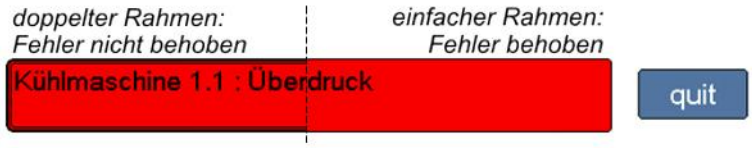
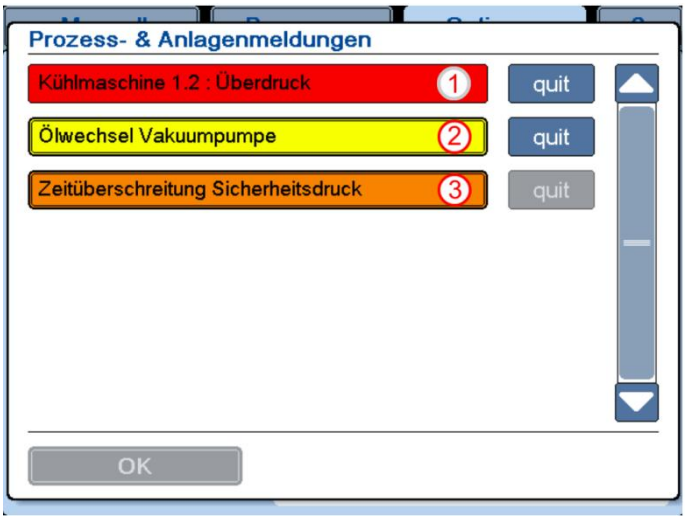


Abb. 30: Darstellung einer Fehlermeldung

Störungen, die z.B. während der Nacht aufgetreten sind, können so am nächsten Tag festgestellt werden, auch wenn die Ursache in der Zwischenzeit behoben ist.

Das Dialogfenster kann erst verlassen werden, nachdem alle Meldungen quittiert wurden.

Ist eine Meldung quittiert, die Störung aber noch nicht behoben, wird die Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen" im Hauptfenster in der Farbe der Störung hinterlegt.



1 Die Störung ist behoben, Meldung ist noch nicht quittiert
2 Die Störung ist noch nicht behoben, die Meldung ist noch nicht quittiert
3 Die Störung ist noch nicht behoben, aber die Meldung ist quittiert

Abb. 31: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

Detailinformationen

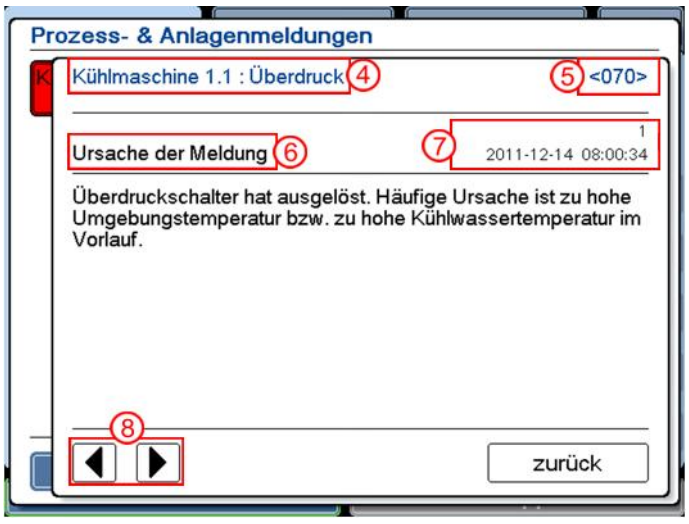
Durch Berühren der Meldung können Details zu den Fehlermeldungen eingesehen werden:

- Ursache der Meldung,
- Auswirkung der Meldung,
- Maßnahmen zur Fehlerbehebung,
- → *Betriebsmittelkennzeichen*,
- Fehlerzähler (gibt an, wie oft dieser Fehler aufgetreten ist) und Zeitstempel der letzten Fehlermeldung.

Die einzelnen Fenster werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

HINWEIS

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt. Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!



4 Fehlermeldung
5 Fehlercode
6 Detailinformation
7 Fehlerzähler und Zeitstempel letzter Fehler
8 Pfeiltasten

Abb. 32: Detailinformationen zu einer Fehlermeldung

HINWEIS

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Fehlermeldungen sind dieser Betriebsanleitung nicht beigefügt.

Diese Unterlagen können über unsere Serviceabteilung angefordert werden.

Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten" (8)

Über dieses Dialogfenster werden die einzelnen Phasen eines Trocknungsprozesses manuell gestartet (s. Kap. 6.5.2 - "Gefriertrocknung manuell").

Abb. 33: Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"
(Anzeige variiert je nach Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage)

Schaltfläche "Systemtest"

Neben den Prozessphasen des Gefriertrocknungsprozesses ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") und der Betriebsart "Abtauen" steht die Schaltfläche "Systemtest" zur Verfügung. In dieser Auswahl sind verschiedene Tests mit festgelegten Parametern hinterlegt, die nach Rücksprache mit dem Hersteller zur Funktions- und Prozesskontrolle der Gefriertrocknungsanlage in durchgeführt werden können.

HINWEIS

Einige der Systemtests sind auch als Programmvorlage verfügbar (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

Schaltfläche "Stopp" (9)

Durch Drücken dieser Schaltfläche wird der aktuelle Prozess gestoppt. Die Anlage wechselt in den Standby-Status.

6.5.1.2 Hauptfenster "Programm"

Im Hauptfenster "Programm" werden mit Hilfe des Programmgebers PGMplus programmierte Gefriertrocknungsprozesse geladen, geändert und neue Programme erstellt.

1 Programmliste
2 Schaltfläche "Neues Programm"
3 Schaltflächen "Laden"

Abb. 34: Übersicht Hauptfenster "Programm"

Programmliste (1)

Nach Auswahl des Hauptfensters "Programm" erscheint zunächst eine Übersicht über die bereits gespeicherten Programme. Über die Schaltfläche "Laden" (3) hinter dem Programmnamen werden die Programmdaten übernommen. Alle Programme können geladen, bearbeitet, kopiert oder gelöscht werden (s. Kap. 6.5.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus").

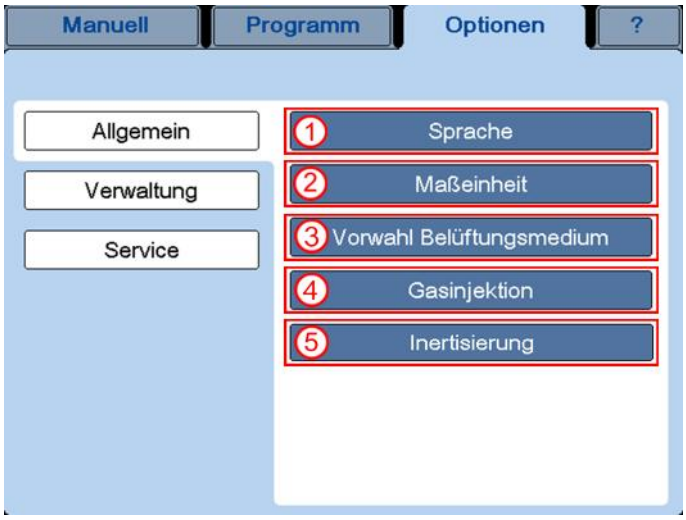
Dialogfenster "Neues Programm" (2)

In diesem Dialogfenster können neue Programme auf Basis eines bereits bestehenden Programms oder ganz ohne Vorgabe erstellt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

6.5.1.3 Hauptfenster "Optionen"

Im Hauptfenster "Optionen" können grundsätzliche Einstellungen der Anlagensteuerung vorgenommen werden. So soll eine optimale Anpassung an den Einsatzbereich der Gefriertrocknungsanlage erreicht werden.

Allgemein



Optionen Allgemein:

1 "Sprache"
2 "Maßeinheit"
3 Sonderausstattung: "Vorwahl Belüftungs-medium"
4 Sonderausstattung: "Gasinjektion"
5 Sonderausstattung: "Inertisierung"

Abb. 35: Übersicht Hauptfenster "Optionen / Allgemein"

Sprache (1)

Die Anlagensteuerung kann in diversen Sprachen bedient werden, die über das Dialogfenster ausgewählt werden.

Abb. 36: Dialogfenster "Sprache ändern"

Maßeinheit (2)

In diesem Dialogfenster können die Maßeinheiten für Temperatur und Vakuum verändert werden.

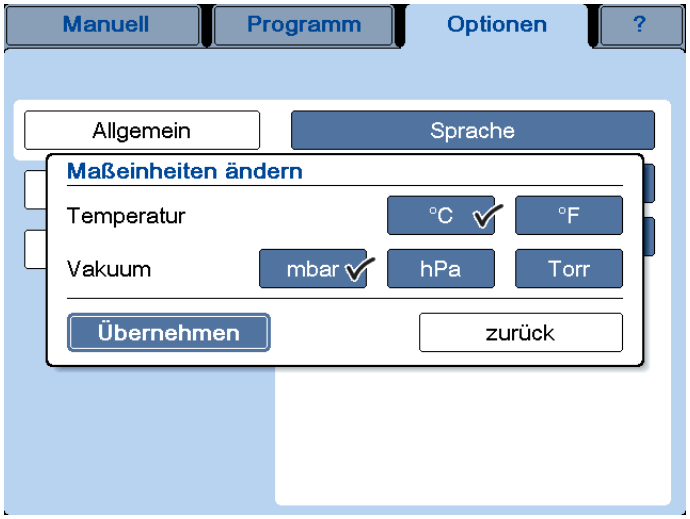


Abb. 37: Dialogfenster "Maßeinheit"

Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium (3)

Diese Funktion kann sowohl im manuellen Modus ausgeführt als auch in einem Programm hinterlegt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

Bei der Ausstattung der Anlage mit einem automatischen Belüftungsventil und automatischen Ventilen zur Medienvorwahl wird über dieses Dialogfenster das Medium eingestellt, das für alle Belüftungsmedium-Anforderungen im manuellen Modus (ab Beginn der Haupttrocknung) und während des Abschnitts "Belüften" genutzt wird. In den Phasen "Gefrieren" und "Warm up" im manuellen Modus sowie den Betriebsarten "Abtauen", "Lecktest" und "Medienablauf" ist grundsätzlich Luft vorgewählt.

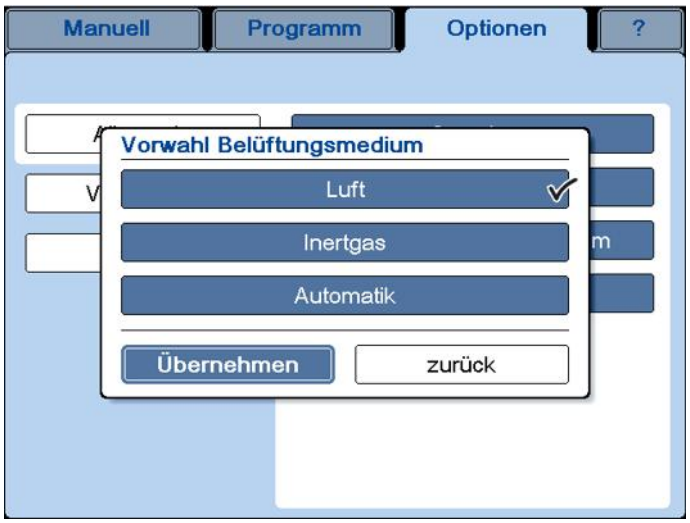


Abb. 38: Dialogfenster "Vorwahl Belüftungsmedium"

Falls die Vakuumregelung mit kontrolliertem Gaseinlass (Gasinjektion) arbeitet, erfolgt diese mit dem vorgewählten Medium.

Die folgenden Medienvorwahl-Einstellungen sind möglich:

- Luft: wählt den Medienanschluss "Luft" vor.
- Inertgas: wählt den Medienanschluss "Inertgas" vor.
- Automatik: automatische Medienanschlussvorwahl, abhängig vom Kammerdruck und Verschlussstatus der Produktfläschchen:
  - Kammerdruck ≥ 950 mbar: Vorwahl des Medienanschlusses "Luft".
  - Kammerdruck < 950 mbar: Vorwahl des Medienanschlusses "Inertgas".

Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil (4)

Diese Funktion kann sowohl im manuellen Modus ausgeführt als auch in einem Programm hinterlegt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

Über das Dialogfenster wird das zu verwendende Verfahren zur Vakuumregelung vorgewählt, sofern die Anlage mit einem Proportional-Gasinjektionsventil ausgestattet ist.

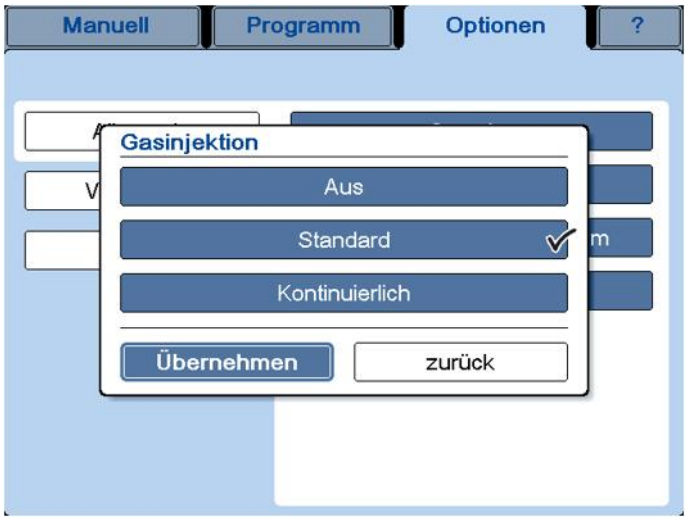


Abb. 39: Dialogfenster "Gasinjektion"

Folgende Verfahren sind möglich:

- Schaltfläche "Aus": Die Gasinjektion ist deaktiviert. Die Vakuumregelung erfolgt ausschließlich durch Öffnen und Schließen des Drucksteuerventils in der Saugleitung der Vakuumpumpe.
- Schaltfläche "Standard": Die Vakuumregelung erfolgt durch die Kombination von Evakuierung und Gasinjektion. Das elektromagnetische Gasinjektionsventil, das in Reihe mit dem Proportionalventil geschaltet ist, ist ständig geöffnet. Ist das aktuelle Vakuum besser als der Sollwert, wird durch Öffnen des Proportionalventils Gas injiziert. Die Durchlassöffnung des Ventils wird automatisch geregelt. Ist es schlechter als der Sollwert, erfolgt die Evakuierung durch das Öffnen des Drucksteuerventils in der Saugleitung der Vakuumpumpe.
- Schaltfläche "Kontinuierlich": Im Bereich von 6 mbar bis zum Endvakuum erfolgt die Vakuumregelung bei ständig geöffnetem Drucksteuerventil und elektro-magnetischem Gasinjektionsventil ausschließlich durch Variieren des Injektionsdurchflusses mittels Proportionalventil. Zunächst wird das Proportionalventil geschlossen. Über 6 mbar erfolgt die Regelung wie unter "Aus" beschrieben.

Sonderausstattung: Inertisierung (5)

(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

Um einen Inertisierungsprozess zu starten, müssen alle Belüftungs-anschlüsse an Inertgas angeschlossen sein. Alle Belüftungsventile sind während einer aktiven Inertisierung gesperrt.

Ist die Option "Inertisierung" aktiviert und die Anlage befindet sich im Standby-Modus, wird nach Schließen der Beladetür für die Dauer der vorgewählten Inertisierungszeit eine automatische Inertisierung der Trocknungskammer vorgenommen. Die Betriebsart wechselt von "Standby" zu "Run Inertisieren".

HINWEIS

Während der Inertisierung ist es nicht möglich, andere Betriebsarten zu starten.

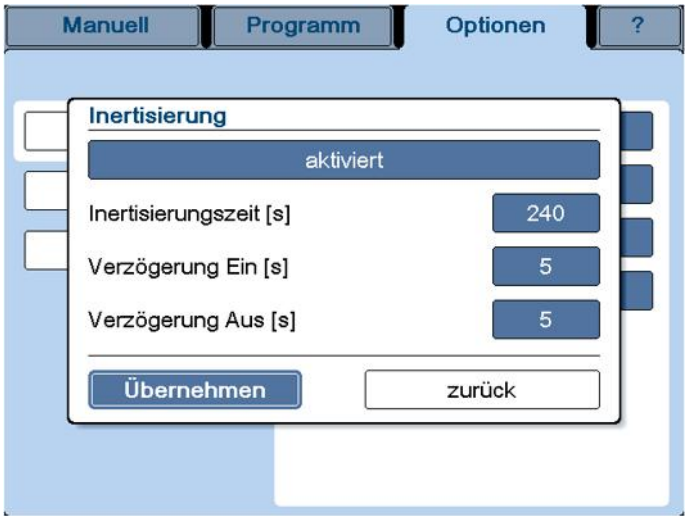


Abb. 40: Dialogfenster "Inertisierung"

Eine erfolgreiche Inertisierung ist Voraussetzung für die Fortsetzung des Prozesses in den Betriebsarten

- Manuell
- Programm
- Abtauen
- Medienablauf.

Eine Inertisierung kann durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" abgebrochen werden. Fällt der Volumenstrom in der Inertisierungsleitung für mehr als 5 Sekunden unter einen bestimmten Schwellenwert (Voreinstellung am Durchflussmesser), oder wird die Beladetür während einer Inertisierungssequenz geöffnet, wird der Vorgang ebenfalls abgebrochen.

WARNUNG

Um eine unauthorisierte Zugriff auf das Dialogfenster "Inertisierung" zu verhindern, empfehlen wir unbedingt, den Zugriff auf die Steuerung per Passwort zu schützen (Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz: "Verwaltung"/"Zugriffschutz" (4)).

Verwaltung

Optionen Verwaltung:

1 "Datum/Zeit"
2 "Netzwerk"
3 "System Eigenschaften"
4 "Zugriffschutz"
5 "Geräte Optionen"
6 "Sensor Konfiguration"
7 "WTMplus Konfiguration"

Abb. 41: Dialogfenster "Optionen / Verwaltung"

Datum / Zeit (1)

Die LSCplus Anlagensteuerung verfügt über eine eingebaute batteriegepufferte Uhr. Nach Ausfall der Pufferbatterie müssen Datum und Uhrzeit neu eingestellt werden.

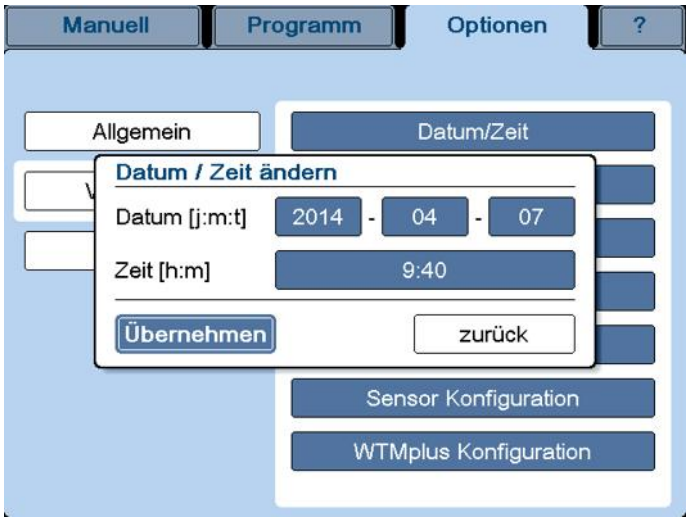


Abb. 42: Dialogfenster Datum/Zeit

Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.

HINWEIS

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

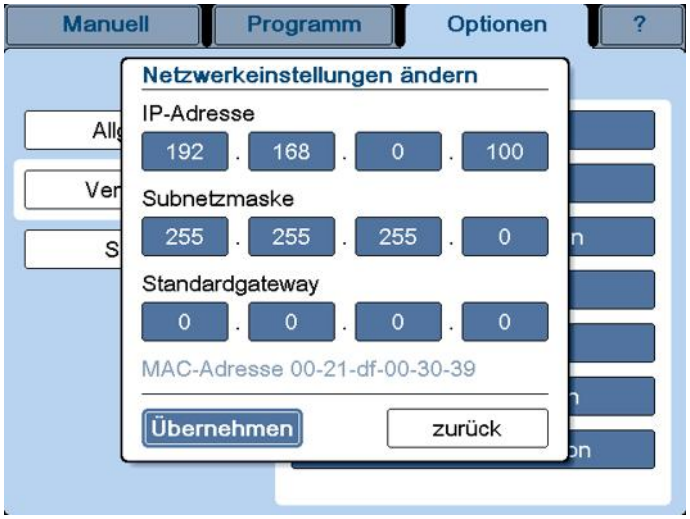


Abb. 43: Dialogfenster "Netzwerk"

Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

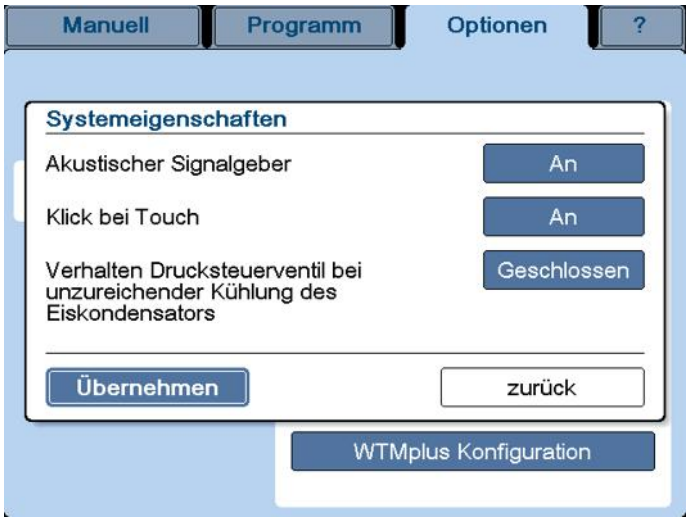


Abb. 44: Dialogfenster " Systemeigenschaften"

Akustischer Signalgeber: Ein akustisches Signal ertönt zum Beispiel beim Auftreten einer Störung.

- Bei der Einstellung "An" ertönt das akustische Signal im Abstand von einigen Sekunden solange, bis die Meldung quittiert wird.
- Bei der Einstellung "Ruhe" ertönt das akustische Signal einmalig beim Auftreten des Fehlers.
- Bei der Einstellung "Aus" ertönt kein akustisches Signal.

Klick bei Touch: Ist diese Funktion aktiviert, ertönt bei jeder registrierten Berührung einer Schaltfläche ein Klicklaut.

Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators: Ist diese Funktion aktiviert (Schaltfläche "Geschlossen"), schließt das Drucksteuerventil bei einer Eiskondensatortemperatur von ≥ -20°C während der Trocknung, um Schäden an der Vakuumpumpe durch das Absaugen kondensierbarer Gase zu verhindern. Eine entsprechende Fehlermeldung wird angezeigt. Durch nochmaliges Betätigen der Schaltfläche wird die Funktion deaktiviert (Schaltfläche "Geregelt").

Zugriffschutz (4)

In diesem Dialogfenster können die Zugriffsrechte in mehreren Ebenen geregelt und mit einem Passwort geschützt werden.

In der Werkseinstellung bei aktiviertem Zugriffschutz können Daten zwar angesehen, aber nicht geändert werden.

Abb. 45: Dialogfenster "Zugriffschutz"

HINWEIS

Nur bei aktiviertem Zugriffschutz können die weiteren Schaltfelder aktiviert werden.

Laufzeit Passworttimer: Um einen unautorisierten Zugriff zu verhindern, wechselt das System nach einer vorgegebenen Zeit automatisch zurück in die Grundeinstellung.

In der Statuszeile erscheint ein kleines Schlosssymbol, darunter wird die verbleibende Zeit bis zur Sperrung heruntergezählt. Gleichzeitig erscheint im Feld der Ist-Daten eine Schaltfläche mit einem großen Schlosssymbol.

Abb. 46: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

- Mit der Schaltfläche "Schloss" wird der Zugriff sofort gesperrt, das System wechselt in die Grundeinstellung.

Abb. 47: Zugriff gesperrt, keine Änderungen möglich

Passwort Bediener / Service / Administrator: Für jede dieser Ebenen sind bestimmte Änderungsrechte definiert, die mit dem jeweiligen Passwort freigegeben werden.

Die Rechte der einzelnen Ebenen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Aktion	Bediener	Service	Administrator
Daten des aktuellen Prozessablaufs bearbeiten (z.B. Betriebsart wählen, Sollwerte ändern)	✓	✓	✓
Servicefunktionen bearbeiten (z.B. Ölwechsel Vakuumpumpe)	--	✓	✓
Grundeinstellungen bearbeiten (z.B. Zugriffschutz ändern, Programme erstellen und bearbeiten, Systemeinstellungen bearbeiten)	--	--	✓

Geräteoptionen (5)

In diesem Dialogfenster sind alle Geräteoptionen aufgeführt, die für diese Anlage verfügbar sind. Eine Aufstellung der möglichen Optionen ist unter Kapitel 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen" zu finden. Optionen, für die ein seriennummerngebundener Freischaltcode benötigt wird, sind mit dem Symbol ("🔑") gekennzeichnet.

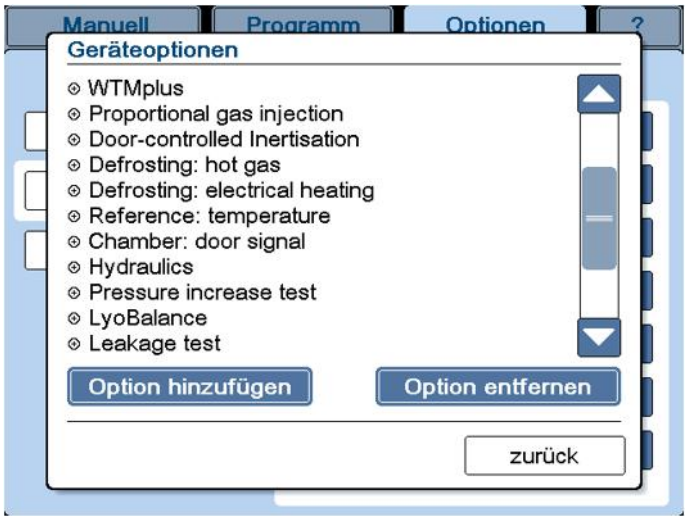


Abb. 48: Dialogfenster Geräteoptionen - Beispiel

Soll die Gefriertrocknungsanlage um eine Option erweitert werden, erfolgt die Freigabe ebenfalls über dieses Dialogfenster.

- Schaltfläche "Option hinzufügen" drücken. Es erscheint ein Eingabefenster.
- Den sechsstelligen CHRIST Freischaltcode eingeben, der für diese Option geliefert wurde, dabei auf Groß- und Kleinschreibung achten.

In gleicher Weise werden Optionen entfernt.

HINWEIS

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

Sensor Konfiguration (6)

VORSICHT

Die Sensorkonfigurationen sind von der Ausstattung der Anlage abhängig. Bei falscher Konfiguration ist die korrekte Funktion der Anlage nicht gewährleistet.

In diesem Dialogfenster werden die vorhandenen Sonden für Vakuum und Druck konfiguriert. Für Vakuum und Druck sind jeweils zwei Messverfahren aufgeführt, für die unterschiedliche Sonden ausgewählt werden können.

- Zum Ändern der Sonde die Schaltfläche mit dem Sondennamen drücken. Nacheinander erscheinen alle möglichen Fabrikate.

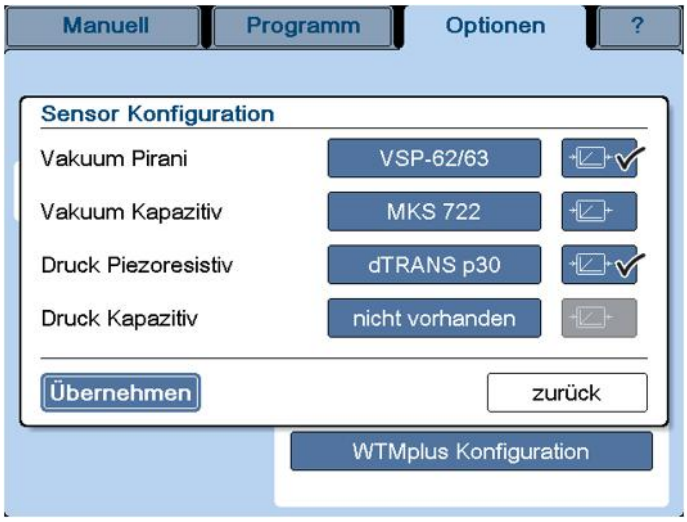


Abb. 49: Dialogfenster "Sensor Konfiguration"

Die rechte Schaltfläche hinter jeder Sonde zeigt ein Regelsymbol. Das Häkchen an einer Schaltfläche kennzeichnet die Regelsonde, d.h. diese Sonde ist maßgeblich für das Vakuum in der Anlage. Ist eine zweite Sonde vorhanden, dienen deren Daten lediglich als Vergleichswert.

WTMplus Konfiguration (7)

HINWEIS

Das Dialogfenster dient lediglich der Information.
Änderungen an der Konfiguration können ausschließlich über die LPCplus-Benutzeroberfläche vorgenommen werden.

In diesem Dialogfenster werden alle vorhandenen WTMplus-Temperaturmesssensoren aufgeführt. Jeder Sensor ist über seine Seriennummer einem Kanal zugeordnet. Neben der Messkanal- und Seriennummer des Sensors wird die jeweilige Temperatur sowie ein Signal-Qualitäts-Index (SQI) angezeigt. Hier zeigt ein Balken in jedem Feld die Signalqualität an:

- Grün: gute Signalqualität
- Gelb: mäßige Signalqualität
- Rot: unzureichendes Signal

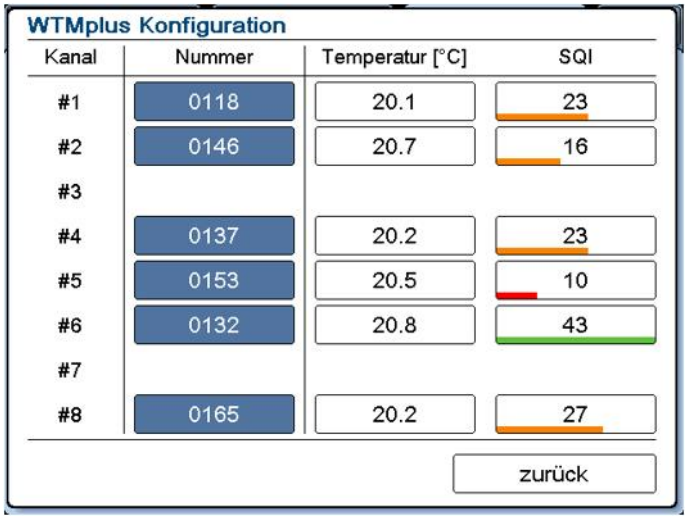


Abb. 50: Dialogfenster "WTMplus Konfiguration"

Service

Optionen Service:

1 "Betriebsstunden"
2 "Fehlerspeicher"
3 "Ölwechsel Vakuumpumpe"
4 "Wartung"
5 "Sensor Abgleich"

Abb. 51: Dialogfenster "Service" (variiert je nach Anlagentyp)

Betriebsstunden (1)

In diesem Dialogfenster können die Betriebsstunden einzelner Komponenten der Gefriertrocknungsanlage, wie z.B. Kühlmaschine, Vakuumpumpe oder Drucksteuerventil abgefragt werden. Zusätzlich zur Bezeichnung wird das → *Betriebsmittelkennzeichen* angegeben.

Diese Daten dienen ausschließlich der Information; eine Änderung ist nicht möglich.

Abb. 52: Dialogfenster " Betriebsstunden", hier: Kühlmaschine 1.1

Fehlerspeicher (2)

Im Fehlerspeicher werden die zuletzt aufgetretenen Meldungen des Prozess- und Anlageninformationssystems gespeichert. Sie können über dieses Dialogfenster eingesehen werden. Der Fehlerspeicher umfasst die letzten 32 Meldungen; bei Überschreitung der Anzahl wird die älteste Meldung gelöscht.

Die einzelnen Meldungen werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt.

HINWEIS

Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!

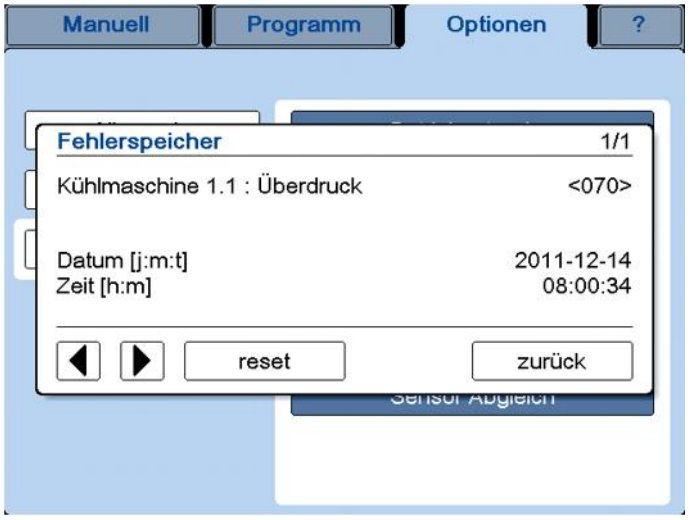


Abb. 53: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

Ölwechsel Vakuumpumpe (4)

Das System überwacht das Ölwechselintervall der Vakuumpumpe. Je nach Fabrikat und Nutzung kann das Intervall angepasst werden.

Wenn das Ende eines Ölwechselintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Ölwechsel an der Vakuumpumpe vornehmen.
- Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe" durch Drücken der Schaltfläche "reset" zurücksetzen.

Abb. 54: Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe"

Wartung (5)

Das Wartungsintervall für die Anlage ist mit 3000 Betriebsstunden, mindestens 1x jährlich, festgelegt.

Wenn das Ende eines Wartungsintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Einen Termin zur Wartung Ihrer Gefriertrocknungsanlage vereinbaren.
- Der Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Wartung" wird durch unsere Servicetechniker nach erfolgter Wartung zurückgesetzt.

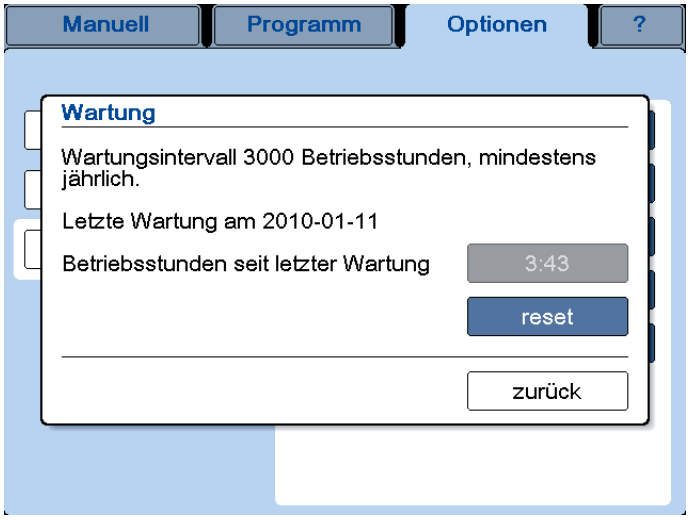


Abb. 55: Dialogfenster "Wartung"

Sensor Abgleich (6)

VORSICHT

Falsch abgeglichene Sensoren führen zu falschen Messwerten, die keine einwandfreie Prozesssteuerung ermöglichen.

In diesem Dialogfenster werden die einzelnen Sensoren mit einem vorgegebenen Referenzwert abgeglichen.

- Zur Auswahl des Sensors Schaltfläche drücken. Es erscheint ein Auswahlmenü.
- Referenzwert eingeben und Schaltfläche "Abgleich" drücken.

Abb. 56: Dialogfenster "Sensor Abgleich"

6.5.1.4 Hauptfenster "?"

In diesem Hauptfenster sind die wichtigsten Informationen zu Ihrer Gefriertrocknungsanlage hinterlegt:

1 Typ der Gefriertrocknungsanlage
2 Typ der Anlagensteuerung
3 Fabriknummer (Seriennummer)
4 Kontakt zum Hersteller
5 Detailinformationen zu Software-Versionen

Abb. 57: Anlageninformationen (Beispiel)

HINWEIS

Bitte geben Sie bei Rückfragen im Werk die hier aufgeführten Nummern an.

6.5.2 Gefriertrocknung manuell

Im manuellen Modus geschieht das Weiterschalten von einer zur nächsten Gefriertrocknungsphase manuell durch den Benutzer. Der manuelle Modus wird durch Aufrufen des Hauptfensters "Manuell" aktiviert.

Für die einzelnen Prozessphasen ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") werden vor Prozessbeginn die Sollwerte festgelegt. Anschließend wird der Gefriertrocknungsprozess über das Dialogfenster "Betriebsart wählen/starten" gestartet.

HINWEIS

Soll der Gefriertrocknungsprozess direkt mit der Phase "Haupttrocknen" gestartet werden, muss die Vakuumpumpe ca. 15 Minuten vor Prozessbeginn warmlaufen. Geschieht dies nicht, erscheint eine entsprechende Warnung beim Starten des Prozesses.

HINWEIS

Ist für eine Phase als Abschnittszeit "∞" (unendlich) vorgewählt, muss manuell über die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" die nächste Phase angewählt werden.

Im manuellen Modus ist es möglich, während des Betriebs die Sollwerte der aktiven Phase zu ändern. Die Steuerung regelt die Anlage in diesem Fall auf schnellstem Wege auf die neuen Sollwerte.

Nach Ablauf einer Phase wird zur nächsten gewechselt, ohne dabei die Anlage in Standby zu versetzen. Der Übergang von "Gefrieren" zu "Warm Up" erfolgt automatisch. Nach Ablauf der "Warm Up"-Phase erscheint ein Dialogfenster:

Abb. 58: Dialogfenster nach Ablauf der Warm Up-Phase

Bis zur Bestätigung bleibt die Anlage in der "Warm Up"-Phase.

Der Übergang von "Haupttrocknen" zu "Nachtrocknen" erfolgt normalerweise automatisch.

Nach Ablauf der Phase "Nachtrocknen" erfolgt eine weitere Abfrage, mit der der Gefriertrocknungsprozess beendet wird. Bis zur Bestätigung der Abfrage bleibt die Anlage im "Run"-Modus.

Der Prozess kann jederzeit durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" beendet werden. In diesem Fall geht die Anlage in den Standby-Modus über.

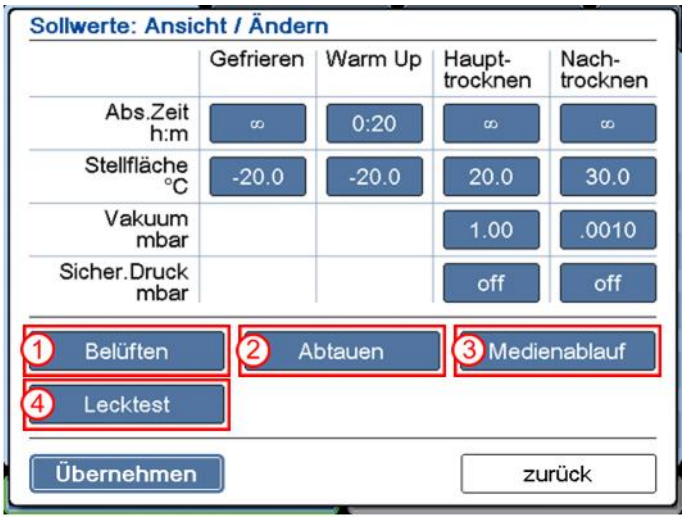
6.5.2.1 Sollwerteingaben im manuellen Modus

Für jede Phase sind Sollwerte hinterlegt. Für jeden Wert gibt es definierte Wertebereiche, die im jeweiligen Dialogfenster durch Drücken auf die Schaltflächen "min" oder "max." ermittelt werden können.

Zum Schutz des Produktes kann in jedem Trocknungsabschnitt ein → *Sicherheitsdruck* eingegeben werden.

Anzeigen oder Ändern der Sollwerte:

- Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" auswählen (s. Kap. 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell""). Es erscheint folgendes Dialogfenster:



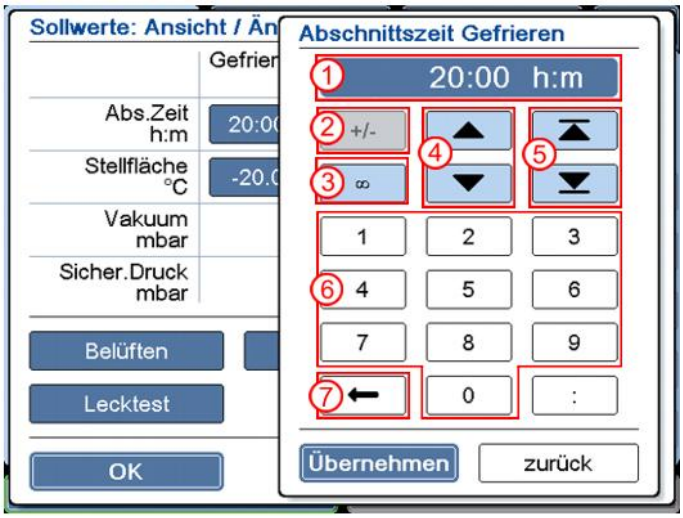
1 Schaltfläche "Belüften"
2 Schaltfläche "Abtauen"
3 Schaltfläche "Medien-ablauf" (Sonder-ausstattung)
4 Schaltfläche "Lecktest"

Abb. 59: Dialogfenster "Sollwerte Ansicht / Ändern"

Alle Felder, die als Schaltflächen gekennzeichnet sind, können geändert werden.

- Belüften (1)
  Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Belüftungs-ventil ausgestattet, wird über dieses Fenster der Druck vorgewählt, bis zu dem belüftet werden soll.
- Abtauen (2)
  Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden Abtauzeit und Abtautemperatur (nicht bei Warmwasser-Abtauung) vorgewählt. Außerdem wird hier festgelegt, ob nach dem Abtauvorgang die Betriebsart Medienablauf (Sonderausstattung, siehe unten) automatisch gestartet wird.
- Medienablauf (3)
  Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Medienablauf für Kondensat oder ein anderes Medium ausgestattet, wird über diese Schaltfläche die Öffnungsdauer für den Medienablauf vorgewählt.
- → *Lecktest* (4)
  Bei Betätigen der Schaltfläche werden die Parameter angezeigt, mit denen der Lecktest durchgeführt wird. Zusätzlich müssen Testzeit und Kammervolumen angegeben werden (abhängig vom verwendeten Zubehör).

Alle numerischen Werte können über eine Zahlentastatur bearbeitet werden:



1 Sollwertanzeige
2 Vorzeichen ändern (z.B. bei der Eingabe von Temperaturwerten)
3 "∞" (unendlich)
4 Verändern des Wertes in definierten Schritten
5 Auswahl des maximal bzw. minimal möglichen Wertes
6 Eingabe eines Wertes über die Zahlentastatur
7 Löschen des angezeigten Wertes

Abb. 60: Sollwerte ändern

- Mit der Schaltfläche "Übernehmen" den neuen Wert bestätigen und die Zahlentastatur verlassen.
- Dialogfenster mit "Übernehmen" verlassen. Die Daten werden übernommen.
- Wird das Dialogfenster über die Schaltfläche "zurück" verlassen, werden die Änderungen verworfen.

6.5.3 Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus

Im Gegensatz zum manuellen Modus kann mit dem Programmgeber PGMplus ein kompletter Gefriertrocknungsprozess vollständig automatisch und unter reproduzierbaren Bedingungen ablaufen.

Ein Gefriertrocknungsprogramm ist in Abschnitte (1) gegliedert. Jedem Abschnitt im Programm werden bestimmte Sollwerte (2) zugewiesen. Ein Programm muss mindestens zwei Abschnitte und kann höchstens 64 Abschnitte haben. Insgesamt stehen 32 Programmplätze zur Verfügung.

In jedem Programm werden immer vier aufeinanderfolgende Abschnitte angezeigt, um den Zusammenhang darzustellen.

Abb. 61: Darstellung eines Gefriertrocknungsprogramms

Programmabschnitte

Der Programmgeber führt bei der Abarbeitung eines Gefriertrocknungsprogramms die erstellten Abschnitte der Reihe nach aus, bis der letzte Abschnitt beendet ist.

In den einzelnen Abschnitten werden dabei für Temperatur und Vakuum lineare Rampen berechnet, die mit dem Sollwert des vorhergehenden Abschnitts beginnen und mit dem Sollwert des aktuellen Abschnitts enden.

Von Abschnitt zu Abschnitt findet also kein Sprung des Sollwertes statt, sondern eine ständige Anpassung, so dass am Ende der eingestellten Zeit die vorgewählte Stellflächentemperatur erreicht ist.

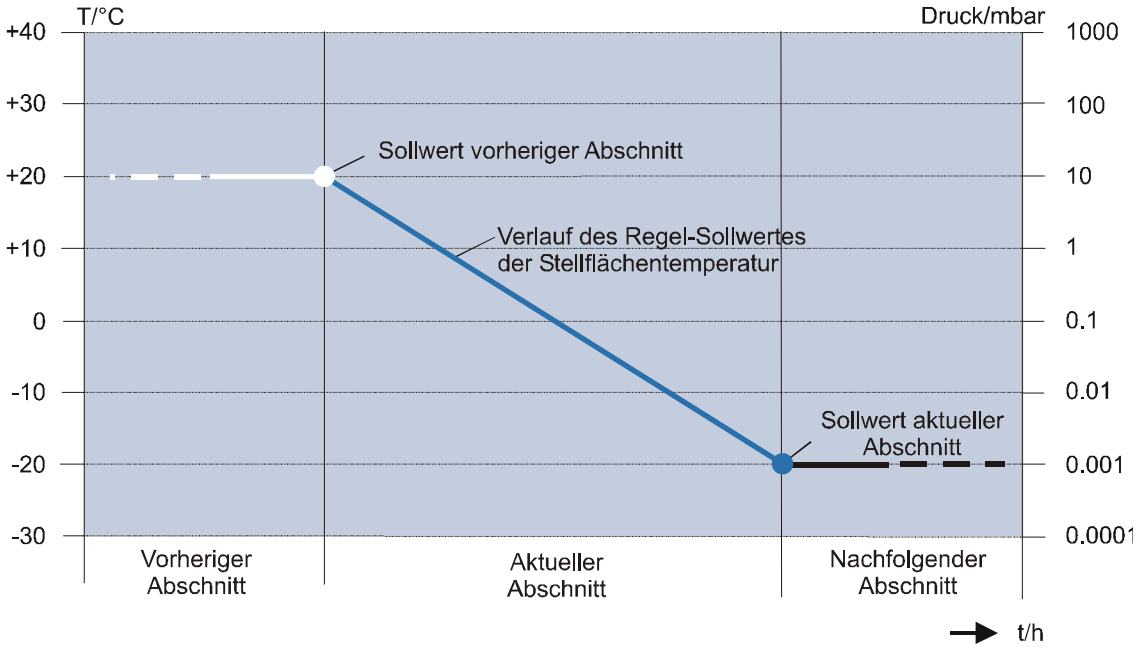


Abb. 62: Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

Zum Schutz des Produktes kann in jedem Trocknungsabschnitt ein → *Sicherheitsdruck* eingegeben werden.

Weiterschaltbedingungen

Damit alle Programmabschnitte automatisch abgearbeitet werden können, müssen am Ende jeden Abschnitts bestimmte Weiterschaltbedingungen erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall – z.B. durch fehlerhafte Sollwertvorgaben – erscheint eine entsprechende Prozessmeldung, und der Abschnitt wird verlängert.

Eiskondensatortemperatur: Dieser Wert wird nur beim Übergang von Gefrieren (Beladen) zum Trocknen überprüft. Die Eiskondensatortemperatur muss ≤ -40°C betragen.

Vakuum: Dieser Wert wird nur während der Trocknungsphase überprüft. Das tatsächliche Vakuum darf max. 20% vom Sollwert abweichen. Bei einem Sollwert von 0,001 mbar (Endvakuum) erfolgt keine Überprüfung. Um das Vakuum schnellstmöglich zu erreichen, kann eine Abschnittszeit von 1 min vorgewählt werden. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird eine Prozessmeldung in diesem Fall erstmals nach 15 Minuten ausgegeben.

ΔT Stellfläche: Dieser Wert definiert die zulässige Abweichung der Stellflächentemperatur von der Sollwertvorgabe. Am Abschnittsende wird die tatsächliche Temperatur der Stellflächen (bei WST Stellfläche 1) mit dem Sollwert verglichen. Liegt die Stellflächentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs, wird der Abschnitt verlängert, bis die Abweichung in einem zulässigen Bereich ist.

ΔT Produkt: Dieser Wert gibt die zulässige Abweichung der Produkttemperatur (gemessen an Produkt-Sensor 1) von der Sollwertvorgabe an. In der Phase "Gefrieren" darf die Produkttemperatur um den definierten Wert nach oben abweichen; in der Trocknungsphase wird die Überschreitung der zulässigen Abweichung nach unten gemeldet.

LyoControl-Rx (optional bei Lyo Control LCplus): Der Wert LyoRx definiert den minimal zulässigen Wert des LyoControl-Sensors (gemessen an LyoControl-Sensor 1) während der Trocknung. Wird dieser Grenzwert unterschritten, wird die Stellflächenheizung abgeschaltet, um so ein Auftauen des Produktes durch zuviel Energiezufuhr durch die Stellflächentemperierung zu verhindern. Die Überprüfung des LyoControl-Wertes erfolgt nur während der Trocknungsphasen Haupttrocknen und Nachtrocknen.

Δp Druckanstiegstest (optional): Je nach gewähltem Modus kann der Druckanstiegstest ebenfalls als Weiterschaltbedingung herangezogen werden (siehe Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Option: Druckanstiegstest). Im letzten Trocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Sind beide Werte nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", ist die Weiterschaltbedingung erfüllt. Ist dies nicht der Fall, wird der Abschnitt verlängert. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

ΔT Komparativ (optional): Dieser Wert gibt die Differenz zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde prozentual auf den Istwert der kapazitiven Vakuummesssonde bezogen an. Mit abnehmender Sublimationsrate verringert sich die Differenz; der Wert dient somit als Indikator zur Bestimmung des Trocknungsendes der Haupttrocknung. Ist der Sollwert zum Ende der Haupttrocknung nicht erreicht, wird der Abschnitt verlängert.

HINWEIS

Dürfen ausschließlich kapazitive Messsonden eingesetzt werden (z.B. bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten), ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

Warm-up Phase der Vakuumpumpe

Neben der Abarbeitung der einzelnen Abschnitte steuert der Programmgeber PGMplus noch weitere Aufgaben, die während des Prozesslaufs durchgeführt werden sollen. Dazu gehört zum Beispiel das automatische Zuschalten der Vakuumpumpe.

Die WarmUp-Phase für die Vakuumpumpe wird vom Programmgeber PGMplus bei geschlossenem Drucksteuerventil direkt **vor** den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" verlagert. Während des Warmlaufens der Vakuumpumpe bleibt das Drucksteuerventil geschlossen, so dass weder die Phase "Gefrieren" noch der Druck in der Trocknungskammer beeinflusst wird.

Die Dauer der WarmUp-Phase kann für jedes Programm separat festgelegt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

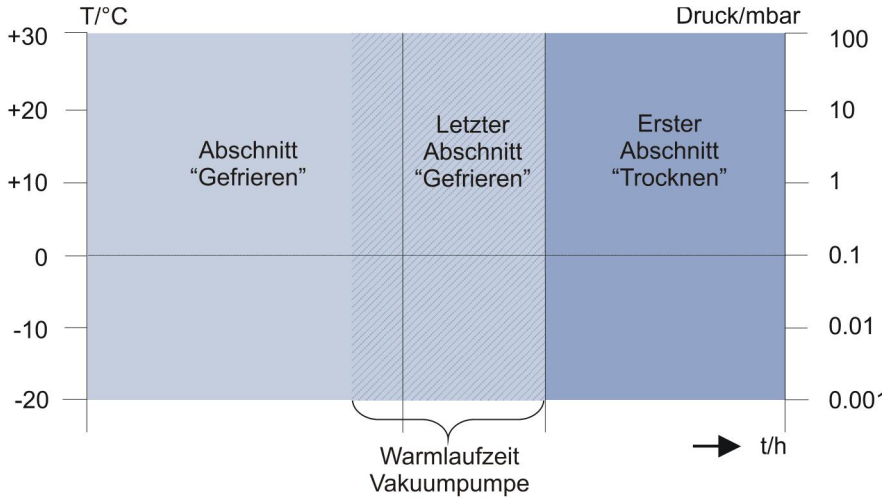
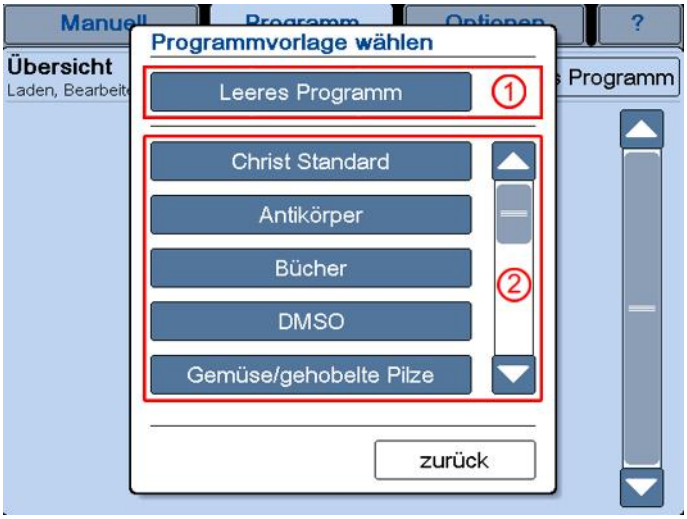


Abb. 63: Die WarmUp-Phase der Vakuumpumpe wird direkt vor den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" vorgelagert

6.5.3.1 Programm erstellen

Um ein neues Programm zu erstellen:

- Im Hauptfenster "Programm" die Schaltfläche "Neues Programm" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, das verschiedene Programmvorlagen zur Auswahl anbietet. Die Bildlaufleiste am rechten Rand ermöglicht das Blättern in der Liste.



1 Leeres Programm erstellen
2 Programmvorlage auswählen

Abb. 64: Dialogfenster Programmvorlage

Leeres Programm erstellen (1)

Mit dieser Schaltfläche wird eine leere Programmvorlage aufgerufen. Lediglich Abschnitt 1 ist fest definiert als "Beladen". In dieser Phase werden die Startbedingungen des Programms festgelegt. Standardmäßig ist hier Raumtemperatur (20°C) vorgegeben.

HINWEIS

Wird das Produkt außerhalb der Gefriertrocknungsanlage eingefroren (Zweikammer-Verfahren), muss in Abschnitt 1 die Stellflächentemperatur angepasst werden.

Für alle weiteren Abschnitte müssen die Sollwerte definiert werden (siehe folgende Abbildung):

- Schaltfläche "Abschnitt einfügen" (4) drücken und die Position des Abschnitts und die Gefriertrocknungsphase auswählen. Der Abschnitt wird an der definierten Stelle eingefügt.
- Parameter des eingefügten Abschnitts anpassen. Nicht alle Werte sind in allen Gefriertrocknungsphasen verfügbar.
- Nächsten Abschnitt einfügen und bearbeiten.

HINWEIS

Beim Erstellen eines Programms muss die Reihenfolge der einzelnen Gefriertrocknungsphasen beibehalten werden. So ist es z.B. nicht möglich, einen Abschnitt "Gefrieren" nach einem Abschnitt "Haupttrocknen" einzufügen.

Schaltflächen "Programm":

1 "Programm"
2 "Programmname"
3 "Diagramm zeigen"
4 "Abschnitt einfügen"
5 "Abschnitt löschen"
6 weitere Funktionen und Sollwerte aufrufen
7 "Speichern"

Abb. 65: Leere Programmvorlage bearbeiten

- Mit der Schaltfläche "Abschnitt löschen" (5) können Abschnitte wieder entfernt werden.
- Über die Schaltfläche ">>mehr" (6) können abhängig vom Anlagentyp weitere Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden (siehe nachfolgende Abschnitte unten).
- Auf diese Weise ein komplettes Programm nach individuellen Vorgaben erstellen.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Diagramm" (3) wird das Programm grafisch dargestellt.
- Durch Drücken auf die Schaltfläche "Programmname" (2) erscheint ein Fenster, mit dem der Name verändert werden kann.
- Mit der Schaltfläche "Speichern" (7) kann das Programm jederzeit zwischendurch und nach beendeter Eingabe gesichert werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm" (1) wird zurück in das Hauptfenster gewechselt. Falls noch nicht geschehen, erfolgt noch eine Abfrage, ob das Programm gespeichert werden soll.

Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen. Es ist nun erstellt und kann geladen werden.

Schaltfläche ">>mehr"

Über die Schaltfläche ">>mehr" eines Programms können verschiedene Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden.

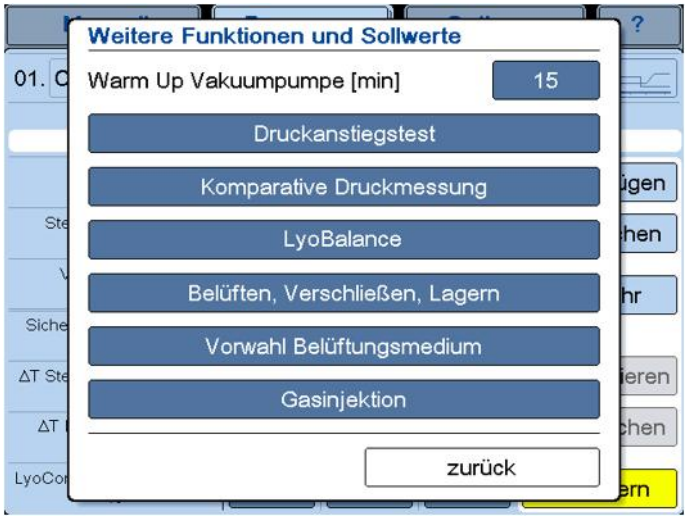


Abb. 66: Auswahl programmbezogener Funktionen und Sollwerte

WarmUp Vakuumpumpe

siehe Kapitel 6.5.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus"

Option: Druckanstiegstest (nur beim Zweikammer-Verfahren)

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist.

HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Test" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

Im Gegensatz zum Druckanstiegstest im manuellen Modus kann im Programmmodus durch mehrmaliges Drücken der Schaltfläche zwischen verschiedenen Ausführungsvarianten gewählt werden.

- Periodischer Druckanstiegstest:
  Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Wird der Wert überschritten, erfolgt ein Abbruch des Druckanstiegstests, um ein Antauen des Produkts zu verhindern.
- Weiterschaltbedingung:
  Im letzten Haupttrocknungs- bzw. Nachtrocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Der Startzeitpunkt wird von der Anlagensteuerung automatisch berechnet, es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Sind die Werte des Druckanstiegs bei beiden Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum als abgeschlossen. Somit ist die Weiterschalt-

bedingung erfüllt, und der nächste Abschnitt wird eingeleitet.
Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

- Periodisch & Weiterschaltbedingung:
  Diese Variante ist eine Kombination der vorher beschriebenen Möglichkeiten. Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.
  Sind die Werte des Druckanstiegs bei beiden Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum als abgeschlossen. Somit ist die Weiterschalt-bedingung erfüllt, und der nächste Abschnitt wird eingeleitet.
  Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist.
- Deaktiviert:
  Es wird kein Druckanstiegstest während der Haupt- bzw. Nachtrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

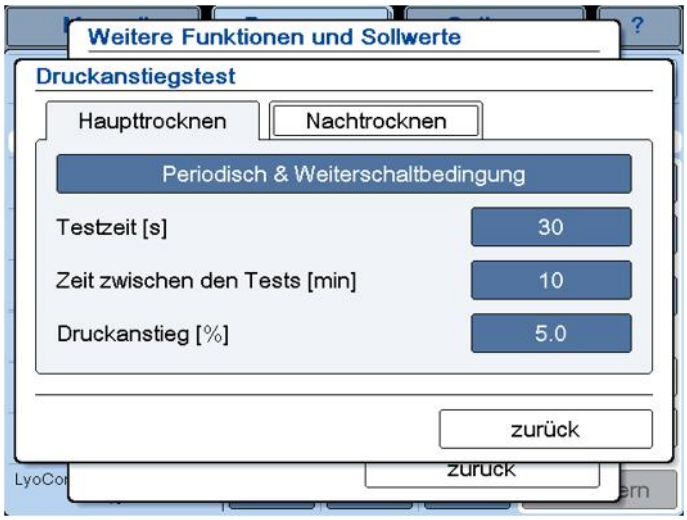


Abb. 67: Dialogfenster "Druckanstiegstest" im Programmmodus

Option: Komparative Druckmessung
(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Komp" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

HINWEIS

Dürfen ausschließlich kapazitive Messsonden eingesetzt werden (z.B. bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten), ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

Durch Drücken der Schaltfläche im Dialogfenster kann die komparative Druckmessung aktiviert bzw. deaktiviert werden.

- Weiterschaltbedingung:
  Liegt der Differenzwert zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde am Ende des letzten Haupttrocknungsabschnitts unter dem Sollwert "△p Komparativ", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum als abgeschlossen. Somit ist die Weiterschaltbedingung erfüllt, und der nächste Abschnitt wird eingeleitet.
  Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist.
- Deaktiviert:
  Es wird keine komparative Druckmessung während der Haupttrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

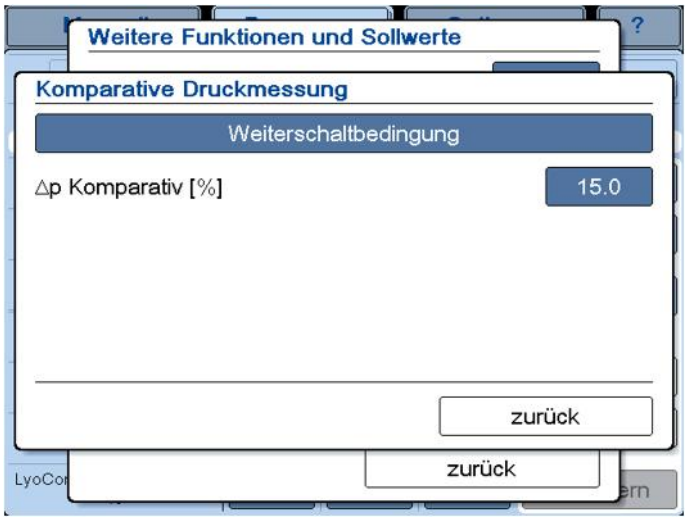


Abb. 68: Dialogfenster "Komparative Druckmessung"

Option: Wägesystem "LyoBalance"

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem "LyoBalance" ausgerüstet (s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen"), werden die Parameter in diesem Dialogfenster konfiguriert.

HINWEIS

Separate Bedienungsanleitung des Wägesystems beachten!

Option: Belüften, Verschließen, Lagern

(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

1 Schaltfläche zur Auswahl der Variante
2 Sollwert "Belüften"
3 Sollwert "Belüften nach Verschließen"
4 Sollwert Verschluss-dauer
5 Sollwert Lager-temperatur

Abb. 69: Dialogfenster "Belüften, Verschließen, Lagern"

Durch mehrmaliges Betätigen der Schaltfläche kann zwischen folgenden Varianten gewählt werden:

- deaktiviert
- Belüften (auf den Wert "Belüften") mit anschließendem Lagern
- Verschließen (bei Trocknungsvakuum gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck) mit anschließendem Lagern
- Belüften (auf den Wert "Belüften "), Verschließen (gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck) mit anschließendem Lagern

Die Sollwerte der einzelnen Parameter können durch Betätigen der jeweiligen Schaltfläche angepasst werden, wenn die Schaltfläche blau hinterlegt ist.

Ablauf der Belüften-(Verschließen)-Lagern-Prozedur:

1. Belüften auf das gewünschte Partialvakuum (Wert "Belüften): Nachdem der eigentliche Gefriertrocknungsprozess beendet ist, wird der Eiskondensator weiterhin gekühlt, und die Stellflächen werden auf der Temperatur des letzten Trocknungsabschnittes gehalten. Die Anlage wird bis zum Erreichen des gewünschten Partialvakuums (Wert "Belüften", siehe Abbildung oben, Pos. 2) belüftet.

HINWEIS

Das Verschließen ist bei einem Kammerdruck unterhalb 900 mbar durchzuführen, um zu verhindern, dass später bei niedrigem Umgebungs-Luftdruck die Stopfen aus den Fläschchen gedrückt werden.

2. Verschließen gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck
   Während der Eiskondensator weiterhin gekühlt und die Stellflächen-temperatur beibehalten wird, fahren die Stellflächen zusammen, um die Lyo-Stopfen in die Produktfläschchen zu drücken. Der Einpressdruck wird über die spezifische Dauer "Verschließen" (Abbildung oben, Pos.4) aufrechterhalten. Die anschließende Endbelüftung geschieht in zwei Stufen. Zunächst wird bis auf das unter "Belüften nach Verschließen" (Abbildung oben, Pos. 3) angegebene Partialvakuum belüftet. Danach werden die Stellflächen wieder in die Trocknungsposition auseinander gefahren. Erst dann wird bis auf Atmosphärendruck belüftet. Dieses Verfahren verhindert einerseits ein Herausspringen der Stopfen (wenn die Stellflächen ohne vorherige Belüftung auseinander gefahren werden), und andererseits ein Anhaften der Stopfen an den Stellflächen (wenn die Stellflächen erst nach vollständiger Belüftung bis auf Atmosphärendruck auseinander gefahren werden).

3. Lagern unter definierten Bedingungen
   Die Stellflächen werden auf die eingestellte Lagerungstemperatur "Lagern" (siehe Abbildung oben, Pos. 5) geregelt, um das Produkt unter optimalen Bedingungen zu lagern. Diese Bedingungen werden konstant gehalten, bis die Anlage zum Entladen manuell in den Standby-Modus geschaltet wird.

HINWEIS

Wurde die Variante "Belüften, Lagern" gewählt, erfolgt das Lagern unter dem Druck "Belüften". In diesem Fall muss die Anlage vor dem Öffnen der Beladetür manuell auf Atmosphärendruck belüftet werden.

Parameter	Nr.	Wertebereich	Standardeinstellung
Belüften	2	100 mbar…1000 mbar	500 mbar
Belüften nach Verschließen	3	100 mbar…1000 mbar	500 mbar
Verschließen	4	1 Sek….999 Sek	10
Lagern	5	-99,9°C…99,9°C	20°C

Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium

Bei der Ausstattung der Anlage mit einem automatischen Belüftungsventil und automatischen Ventilen zur Medienvorwahl wird über dieses Dialog-fenster das Belüftungsmedium vorgewählt, das dann während der Aus-führung eines Programms für alle Belüftungsmedium-Anforderungen verwendet wird.

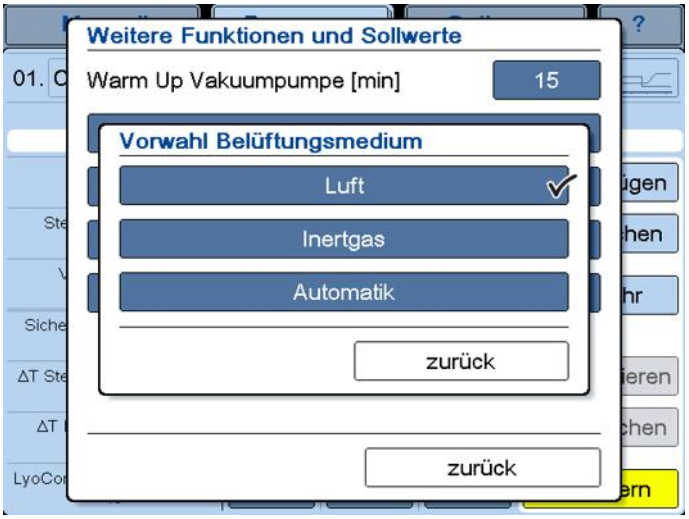


Abb. 70: Dialogfenster "Vorwahl Belüftungsmedium"

Falls die Vakuumregelung mit kontrolliertem Gaseinlass (Injektion) arbeitet, erfolgt diese mit dem vorgewählten Medium. Falls die Anlage mit der Option "Belüften, Verschließen, Lagern" ausgestattet ist, wird auch hierbei das vorgewählte Medium sowohl für das Belüften bis zum Verschließen (Rückbefüllung) als auch für das abschließende Belüften auf Atmosphärendruck verwendet.

Die folgenden Medienvorwahl-Einstellungen sind möglich:

- Luft: wählt den Medienanschluss "Luft" vor.
- Inertgas: wählt den Medienanschluss "Inertgas" vor.
- Automatik: automatische Medienanschlussvorwahl, abhängig vom Kammerdruck und Verschlussstatus der Produktfläschchen:
  - Kammerdruck ≥ 950 mbar oder Produktfläschchen bereits mittels BVL verschlossen: Vorwahl des Medienanschlusses "Luft".
  - Kammerdruck < 950 mbar und Produktfläschchen noch nicht mittels BVL verschlossen: Vorwahl des Medienanschlusses "Inertgas".

Damit können beim automatischen "Belüften, Verschließen, Lagern" (BVL) die Rückbefüllung mit Inertgas und das anschließende Belüften der Kammer auf Atmosphärendruck automatisch mit Luft ausgeführt werden.

Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil

siehe Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"" / Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil

Programmvorlagen (2)

Der Programmgeber PGMplus bietet außerdem verschiedene Programmvorlagen, die Rezepte für die unterschiedlichsten Anwendungen der Gefriertrocknung beinhalten. Sie dienen als Orientierungsvorschlag und müssen dem individuellen Einsatzbereich angepasst werden.

HINWEIS

Einige der in Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"", "Betriebsart wählen / starten" beschriebenen Systemtests sind auch als Programmvorlage verfügbar.

Nach Auswahl einer Programmvorlage erscheint ein Fenster mit Informationen zum Trocknungsverfahren.

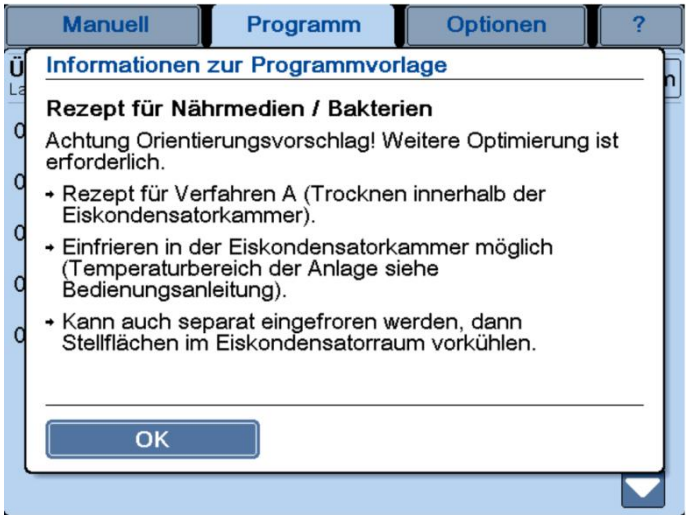

Manuell
Programm
Optionen
?
Informationen zur Programmvorlage
Rezept für Nährmedien / Bakterien
Achtung Orientierungsvorschlag! Weitere Optimierung ist erforderlich.
Rezept für Verfahren A (Trocknen innerhalb der Eiskondensatorkammer).
Einfrieren in der Eiskondensatorkammer möglich (Temperaturbereich der Anlage siehe Bedienungsanleitung).
Kann auch separat eingefroren werden, dann Stellflächen im Eiskondensatorraum vorkühlen.
OK

Abb. 71: Informationen zur Programmvorlage, hier: Rezept für Nährmedien / Bakterien

Nach Bestätigen der Information wird die Programmvorlage angezeigt.

- Wie bei einem leeren Programm können Abschnitte hinzugefügt oder gelöscht und die Sollwerte entsprechend angepasst werden.

6.5.3.2 Programm bearbeiten

Ein bestehendes Programm kann modifiziert werden, solange es nicht geladen ist.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das bearbeitet werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten zur Bearbeitung.
- Änderungen durchführen und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen.

Das Programm ist jetzt auf dem bestehenden Programmplatz geändert.

HINWEIS

Es ist möglich, während eines Programmlaufs in den manuellen Modus zu wechseln, z.B. um ein Programm während der Laufzeit zu ändern. Durch Anwählen des gewünschten Startabschnitts und einer Startzeit kann der Zeitpunkt des Programms bestimmt werden, an dem der Lauf fortgesetzt wird.

6.5.3.3 Programm kopieren

Soll ein neues Programm auf der Basis eines bereits bestehenden Programms erstellt werden, kann das bereits vorhandene Programm kopiert werden. Voraussetzung ist ein freier Programmplatz.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das kopiert werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm kopieren" wird eine Kopie des Programms erstellt.
- Kopie bearbeiten und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen.

Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen.

6.5.3.4 Programm laden

Soll ein Gefriertrocknungsprozess programmgesteuert ausgeführt werden, muss dazu ein Programm geladen werden.

- Das Hauptfenster "Programm" aufrufen. Dort wird die Liste mit allen gespeicherten Programmen angezeigt.
- Schaltfläche "Laden" hinter dem Programmnamen drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, in dem Startabschnitt, Startzeit oder Starttemperatur individuell angepasst werden können. Über die Schaltfläche "Info" kann eine Programminformation zu dem aktiven Programm aufgerufen werden, die Angaben zu Restlaufzeit und Programmende beinhaltet und eine grafische Darstellung des Prozessablaufs ermöglicht.

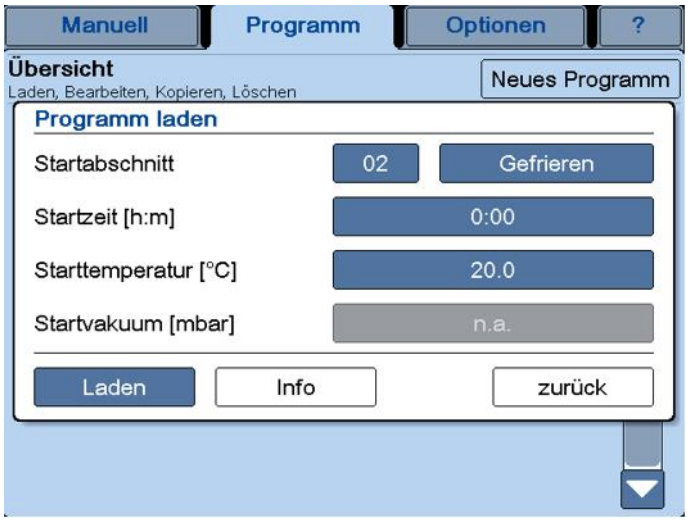


Abb. 72: Dialogfenster "Programm laden"

- Durch Drücken der Schaltfläche "Laden" werden die Programmdaten übernommen. Das Display wechselt in die Standard-Bedienoberfläche.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

Abb. 73: Mit "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

- Während des Gefriertrocknungsprozesses kann über das Hauptfenster "Programm" und die Schaltfläche "Info" die Programminformation zu dem aktiven Programm ebenfalls aufgerufen werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" wechselt die Anlage in den Betriebszustand Standby – Manuell Gefrieren.

HINWEIS

Standardmäßig wird das Programm mit dem Abschnitt 02 "Gefrieren" begonnen. Soll das Programm mit Abschnitt 01 "Beladen" gestartet werden, muss dieser Abschnitt manuell ausgewählt werden. In diesem Fall erscheint nach dem Starten des Programms die Schaltfläche "Programm weiterschalten". Ist der Beladevorgang abgeschlossen, wird das Programm durch Betätigen dieser Schaltfläche fortgesetzt.

6.5.3.5 Programm löschen

Im Programmgeber PGMplus stehen 32 Programmplätze zur Verfügung. Sind alle belegt, muss ein Programm gelöscht werden, bevor ein neues erstellt werden kann.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das gelöscht werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten.
- Schaltfläche "Programm löschen" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster mit einer Rückfrage.
- Nach Bestätigen der Rückfrage wird das Programm gelöscht.

Der Programmplatz in der Liste ist jetzt frei. Die Nummer wird nicht mehr aufgeführt.

6.6 Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen

Belüften, Verschließen, Lagern

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Diese Option ist nur in Verbindung mit dem Programmgeber PGMplus und für Anlagen mit automatischem Belüftungsventil und hydraulisch verfahrbaren Stellflächen einsetzbar. Sie ermöglicht das automatische Verschließen der Produktfläschchen mit vorher eingesetzten Gummistopfen unter Partialvakuum sowie das anschließende Lagern auf den Stellflächen unter definierten Bedingungen als integraler Bestandsteil eines Trocknungsprogramms.

Druckanstiegstest

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Der Druckanstiegstest wird als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

Gasinjektion mit Proportionalventil

siehe auch Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über ein Proportional-Gasinjektionsventil, kann das zu verwendende Verfahren zur Vakuumregelung vorgewählt werden. Das Verfahren kann rezeptbezogen abgelegt werden.

Inertisierung

siehe auch Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Das Trocknen von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten mit hoher Lösungsmittelkonzentration kann in sauerstoffhaltiger Atmosphäre zur Bildung zündfähiger Gemische führen. Für die Trocknung solcher Produkte muss die Gefriertrocknungsanlage mit einer türgesteuerten Inertisierung durch Stickstoff oder ein anderes Inertgas ausgestattet sein.

Komparative Druckmessung

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VSP62/63) zeigt während der Sublimation, also bei höher Konzentration bei Wasserdampfmolekülen in der Atmosphäre, eine Abweichnung gegenüber einer kapazitiven Vakuummesssonde (z.B. MKS 722B). Nimmt der Anteil an Wasserdampfmolekülen zum Ende der Haupttrocknung ab, gleichen sich die Sensoren einander an. Diese Differenz wird ausgewertet und als Indikator zur Erkennung des Trocknungsendes der Haupttrocknung genutzt.

USB Prozessaufzeichnung

siehe auch Kapitel 6.5.2 - "Gefriertrocknung manuell", Absatz "Dialogfenster "Tools""

Diese Funktion ermöglicht die Aufzeichnung des laufenden Prozesses auf ein USB Speichermedium. Prozessdaten können nach beenden der Prozessaufzeichnung auf dem PC mit LyoLogplus betrachtet und ausgedruckt werden. Es ist ebenfalls möglich, die Daten direkt in eine Excel-Datei zu importieren.

Vorwahl Belüftungsmedium

siehe auch Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Bei Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Belüftungsventil sowie automatischen Ventilen zur Medienvorwahl kann ein spezielles, für alle Belüftungsmedium-Anforderungen zu verwendendes Medium vorgewählt werden, das vom Beginn der Haupttrocknung an eingesetzt wird.

Wägesystem LyoBalance

siehe auch Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"", Dialogfenster "Tools"

Das Wägesystem "LyoBalance" bietet die Möglichkeit, den Gewichtsverlust eines Produktes während einer Gefriertrocknung zu ermitteln. Die aus dem Gewichtsverlust resultierende Trocknungsrate gibt Auskunft über den Fortschritt der Trocknung und unterstützt den Anwender bei der Trocknungsendebestimmung bzw. der Optimierung der Prozessparamater

Drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus

Die drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus wurde in erster Linie für Gefriertrocknungsanlagen im Produktionsbereich entwickelt. Die Sensoren werden direkt im Produkt platziert und übermitteln die Messwerte an eine in der Trocknungskammer integrierte Antenne. So ist eine kontinuierliche Überwachung in allen Phasen der Gefriertrocknung möglich.

LyoControl LCplus Messsystem

Mit Hilfe des Lyo Control LCplus Messsystems ist es möglich, den Kristallationszustand des Produktes zu bestimmen. Im flüssigen Zustand ist der elektrische Widerstand sehr gering. Während des Gefrierens steigt der Widerstand an. Der LyoRx Control Sensor misst diesen elektrischen Widerstand.

LyoLogplus Messdatenerfassung

LyoLogplus ist eine von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelte Software zur Messdatenaufzeichnung, die speziell auf die Anforderungen der Gefriertrocknung zugeschnitten ist. Neben der graphischen Darstellung der Messwerte des aktuellen wie auch bereits abgeschlossener Prozesse ist auch der Datenexport für weitere Auswertungen möglich.

LPCplus SCADA System

Das LPCplus System besteht aus der von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelten SCADA-Software (Supervisory Control And Data Acquisition) LPCplus und einem dazugehörigen PC. Dieses Prozessleitsystem ist mit der LSCplus-Steuerungseinheit der Gefriertrocknungsanlage via Ethernet verbunden und erlaubt sowohl die Bedienung aller Gefriertrocknungsfunktionen wie auch die Prozessaufzeichnung (Messdaten und Ereignisse), Prozessdokumentation und Datensicherung. Weiterhin ermöglicht das System die komfortable Verwaltung von Gefriertrocknungsprogrammen /-rezepten sowie die Benutzerverwaltung.

6.7 Ausschalten

Die Gefriertrocknungsanlage muss sich im Standby-Status befinden.

- Gefriertrocknungsanlage am Netzschalter ausschalten.

7 Störungen und Fehlersuche

Störungen werden im Dialogfenster "Prozess & Anlagenmeldungen" angezeigt (s. Kap. 7.2 - "Prozess- und Anlagenmeldungen"). Ein akustisches Signal ertönt mit Erscheinen der Fehlermeldung.

- Fehlerquelle beheben (siehe folgende Kapitel).
- Fehlermeldungen quittieren.

7.1 Allgemeine Störungen

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Keine Anzeige auf dem Display	• Netzausfall (s. Kap. 7.1.1 - "Netzausfall") • Netzstecker steckt nicht· • Sicherungen haben ausgelöst· • Netzschalter aus	• Netzsicherung überprüfen • Netzstecker fest einstecken • Überprüfen der bauseitigen Sicherungen· • Netzschalter einschalten
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt	• Sensibilität des Panels ist verstellt	• Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")
Passworteingabe schlägt fehl	• Falsches Passwort eingegeben	• Administrator verständigen· • Bei Verlust des Administratorkennworts: Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")
Kein ausreichendes Vakuum	• Kleinflanschverbindung(en) nicht korrekt verbunden	• Verbindung lösen, Zentrierring mit innenliegendem Dichtring zentrisch zwischen die Flanschanschlüsse setzen und mit dem Spannring verbinden. Der Zentrierring darf nicht verrutschen oder verkanten
	• Verunreinigungen oder Beschädigungen an der Deckel-/Türdichtung	• Deckel-/Türdichtung reinigen und ggf. austauschen
	• Schliffstopfen der aufgesetzten Trocknungskammer ist nicht korrekt eingesetzt	• Schliffstopfen gleichmäßig und auf die gesamte Dichtfläche verteilt mit Vakuumfett einfetten
Undichtigkeit im Medienablaufventil	• Das Medienablaufventil ist mit Trocknungsrückständen oder Wollteilchen von Putztüchern verunreinigt· • Die O-Ringe sind verschlissen	• Medienablaufventil reinigen (s. Kap. 8.1.3 - "Belüftungsventil"), ggf. austauschen. • O-Ringe austauschen.
Undichtigkeit in einem Gummiventil	• Verunreinigungen im Ventil	• Ventile einzeln prüfen (s. Kap. 7.1.2.4 - "Gummiventile")

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt	• Abgleich fehlerhaft • Vakuummesssonde verunreinigt (z.B. durch Wasserrückstände)· • Vakuummesssonde defekt	• Vakuummesssonde abgleichen (siehe separate Betriebsanleitung der Vakuummesssonde)· • Vakuummesssonde reinigen • Vakuumanzeige mit einem Vergleichsgerät kontrollieren (wenn vorhanden) • siehe Kapitel 7.1.2.5 - "Vakuummesssonde"
Vakuumpumpe schaltet nicht zu	• siehe separate Betriebs-anleitung der Vakuumpumpe	• siehe separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur	• Überdruckschalter des Kälteaggregats hat ausgelöst • Thermischer Motorschutz hat ausgelöst	• Anlage abkühlen lassen· • Für ausreichende Luftzirkulation sorgen (s. Kap. 7.1.3 - "Eiskondensator- und Stellflächentemperatur")

HINWEIS

Sollten sich die Fehler nicht beheben lassen: Christ Service verständigen!

7.1.1 Netzausfall

Die Anlagensteuerung setzt den Prozess nach einem Netzausfall fort. Die vorgewählten Bedingungen bleiben auch beim Prozessablauf gespeichert.

Durch einen Netzausfall während der Trocknung kann die eingesetzte Charge unbrauchbar werden. Ob dies der Fall ist, hängt davon ab, in welcher Trocknungsphase sich das Produkt zur Zeit des Netzausfalls befindet.

- Befindet sich das Gut in der Nachtrocknung, hat der Restwassergehalt einen Wert von 5% erreicht. Unterhalb dieses Wertes wird das Produkt auch bei längerem Stromausfall im Allgemeinen nicht mehr geschädigt.
- Befindet sich das Gut in der Haupttrocknung, sollte die Anlage belüftet und das Gut entnommen und in eine Kühltruhe umgesetzt werden. Vor der weiteren Inbetriebnahme muss das angetaute Kondensat abgelassen werden.

7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum

HINWEIS

Vakuumkontrollen sind bei tiefgekühltem Eiskondensator durchzuführen.

7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen

Ursachen für Undichtigkeiten sind häufig unkorrekt sitzende Kleinflanschverbindungen zwischen Aggregaten und Schlauchverbindungen oder Undichtigkeiten in den Ventilen.

- Verbindungen lösen und den Zentrierring (mit innenliegendem Dichtring) erneut zentrisch zwischen die zu verbindenden Flanschanschlüsse setzen.
- Verbindung mit dem Spannring durch Festziehen der Flügelmutter schließen.
- Der Zentrierring darf dabei nicht verrutschen oder verkanten!

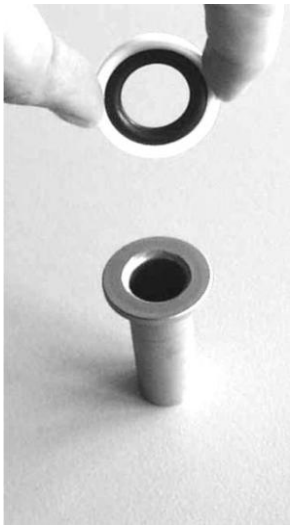


Abb. 74: Kleinflansch und Zentrierring

Abb. 75: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch

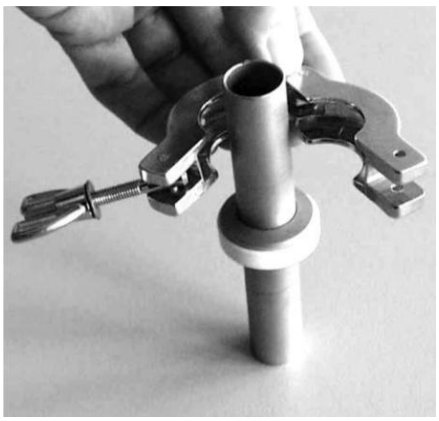


Abb. 76: Ansetzen des Spannrings

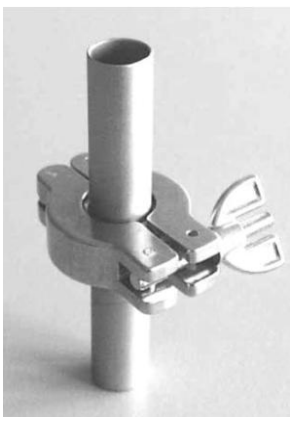


Abb. 77: Festziehen des Spannrings

7.1.2.2 Belüftungsventil

Eine Fehlfunktion des Belüftungsventils kann diverse Ursachen haben. Eine mögliche Ursache sind Verunreinigungen durch Produktrückstände o.ä.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventil reinigen (s. Kap. 8.1.3 - "Belüftungsventil").
- Anlage wieder in Betrieb nehmen.

Liegt weiterhin eine Undichtigkeit vor, muss die Gefriertrocknungsanlage von authorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

7.1.2.3 Drucksteuerventil

Eine Fehlfunktion des Drucksteuerventils kann diverse Ursachen haben.

HINWEIS

Die Überprüfung des Ventils muss durch autorisiertes Fachpersonal erfolgen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")

7.1.2.4 Gummiventile

Um ein undichtes Gummiventil zu finden, muss jedes Ventil einzeln überprüft werden:

- Gummiventil abziehen und Anschluss an der Trocknungskammer mit einem Gummistopfen verschließen.
- Dichtigkeit unter Vakuum prüfen, bis das undichte Ventil lokalisiert ist.
- Ventil reinigen und ggf. austauschen.

7.1.2.5 Vakuummesssonde

Vakuummesssonden besitzen nur eine begrenzte Lebensdauer und sind als Ersatzteil erhältlich (z.B. VSP62/63, Best.-Nr. 125468).

Überprüfung der Funktionsfähigkeit:

- Vakuummesssonde direkt an den Saugstutzen der Vakuumpumpe anschließen.

Wird ein Enddruck von mind. 0,011 mbar erreicht (bei betriebswarmer Vakuumpumpe), sind Sonde und Vakuumpumpe in Ordnung.

7.1.3 Eiskondensator- und Stellflächentemperatur

VORSICHT

Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.

Das Kälteaggregat ist mit einer Schutzeinrichtung gegen Überdruck im Kältesystem und einem thermischen Motorschutz ausgerüstet.

Die Schutzeinrichtungen lösen aus

- bei zu hohen Umgebungstemperaturen
- bei unzureichender Luftzirkulation durch den Kälteanlagen-wärmetauscher
- bei Überlastung des Kältesystems.

Die Kältemaschine wird in diesen Fällen automatisch abgeschaltet. Werden nach einigen Minuten Abkühlzeit die zulässigen Betriebsbedingungen wieder erreicht, schaltet das Kälteaggregat selbständig wieder ein.

Die Störungen werden über das Prozess- und Anlagen Info-Fenster angezeigt.

Die minimale Eiskondensatortemperatur von ca. –85°C wird erreicht, wenn der Eiskondensator unbelastet und die Eiskondensatorkammer evakuiert ist.

7.2 Prozess- und Anlagenmeldungen

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Anlagenmeldungen der Steuerung **LSCplus** werden in vollem Umfang durch die Steuerung angezeigt und sind dieser Betriebsanleitung deshalb nicht beigefügt.

Sie können diese Unterlagen über unsere Serviceabteilung anfordern.

7.3 Kontakt im Servicefall

Bei Rückfragen, bei Störungen oder Ersatzteilanfragen:

aus Deutschland:

Setzen Sie sich in Verbindung mit

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-33 33
E-mail: support.epsilon@martinchrist.de

außerhalb Deutschlands:

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter www.martinchrist.de → [Vertriebspartner].

HINWEIS

- Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.

8 Wartung und Instandhaltung

Gefriertrocknungsanlage und Zubehör sind hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Eine sorgfältige Pflege durch den Benutzer verlängert die Lebensdauer und verhindert den vorzeitigen Ausfall.

VORSICHT

Kommt es wegen mangelnder Pflege zu Korrosionsbildung oder Folgeschäden, kann beim Hersteller kein Garantieanspruch und keine Haftung geltend gemacht werden.

- Zur Reinigung der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs Seifenwasser oder andere wasserlösliche, milde Reinigungsmittel verwenden.
- Keine ätzenden und aggressiven Stoffe verwenden.
- Keine Lösemittel verwenden.
- Keine Mittel mit Scheuer- oder Schürfbestandteilen verwenden.
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör dürfen keiner intensiven UV-Strahlung (z.B. Sonneneinstrahlung) sowie thermischen Belastungen (z.B. durch Wärmeerzeuger) ausgesetzt werden.
- Die Anlage darf zum Reinigen nicht auf den Kopf gestellt werden.

8.1 Wartungsarbeiten

8.1.1 Allgemeines

Der allgemeine Zustand der Gefriertrocknungsanlage ist in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren. Mängel umgehend beheben! Insbesondere ist auf folgende Punkte zu achten:

- Verschmutzung,
- Lecks,
- Korrosion,
- verbogene Anlagenteile,
- lose Schraub- und Flanschverbindungen,
- erhöhte Geräuschentwicklung,
- lose Kabel,
- offene Kabelkanäle,
- fehlende oder schlecht lesbare Sicherheits- und Gefahrenhinweise,
- fehlende oder schlecht lesbare Beschriftung an Komponenten, Schlauch- oder Rohrleitungen (z.B. Fließrichtung) und Kabeln,
- usw.

Reinigung der Gefriertrocknungsanlage

WARNUNG

Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

Anlagengehäuse

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Anlage (insbesondere Aggregate und Leitungen) heiß sein.

Innerhalb der Kammer:

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer (Kammerwände, Stellflächen, Zwischenventil usw.) heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!

GEFAHR

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte

Bei Wartungsarbeiten an produktberührten Teilen (z.B. alle Teile im Inneren der Kammern, Vakuumpumpe) kann das Personal Produktrückständen ausgesetzt sein.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Vor Beginn von Wartungsarbeiten geeignete Maßnahmen zur Dekontamination durchführen!
- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!

- Vor der Reinigung der Gefriertrocknungsanlage Gerät am Netzschalter ausschalten und den Netzstecker ziehen.
- Innenraum der Gefriertrocknungsanlage bei einer Kontamination durch toxische, radioaktive oder pathogene Substanzen sofort mit einem geeigneten Dekontaminationsmittel reinigen (abhängig von der Art der Verunreinigung, siehe auch (s. Kap. 8.2 - "Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör").
- Produktrückstände sorgfältig mit einem Tuch entfernen.
- Beladetür bei Nichtgebrauch des Gerätes öffnen, damit eventuell vorhandene Feuchtigkeit entweichen kann.

8.1.2 Eiskondensatorkammer

Vor jeder Inbetriebnahme muss dafür gesorgt werden, dass sich kein Wasser in der Eiskondensatorkammer befindet.

- Auffangschale entleeren und abtrocknen.
- Falls erforderlich, Eiskondensatorkammer mit einem Tuch auswischen.

8.1.2.1 Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl

Bei Anlagen, die mit einer Edelstahltür oder einer Acrylglastür mit Türverschlussriegel aus Edelstahl ausgerüstet sind, befindet sich auf dem Türverschlussriegel eine Gleitauflage. Sie ist bei diesen Anlagen als Ersatzteil im Lieferumfang enthalten. Die Gleitauflage muss regelmäßig auf Verschleiß überprüft und ggf. ausgetauscht werden.

1 Türverschlussriegel
2 Gleitauflage (Best.-Nr. 177270)
3 Torx-Schrauben

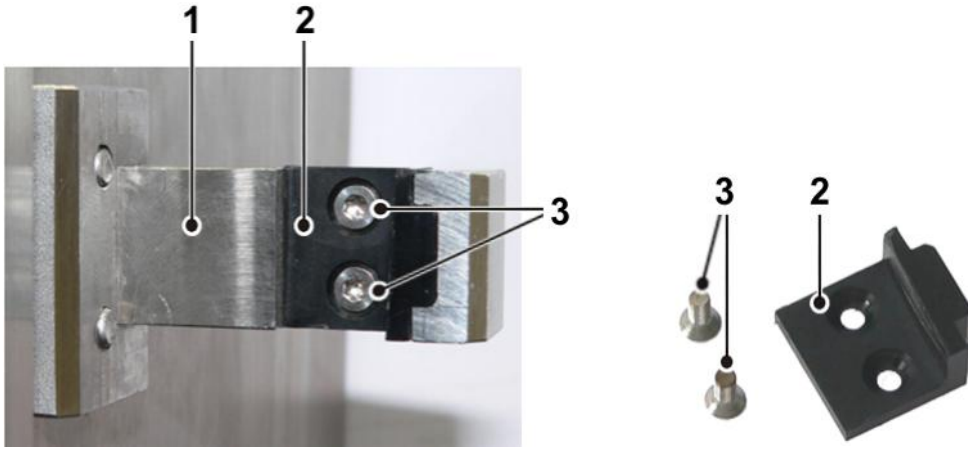


Abb. 78: Türverschlussriegel und Gleitauflage

Austausch der Gleitauflage:

Die beiden Schrauben der Gleitauflage mit einem Schrauben¬dreher Torx® TX10 lösen, die alte Gleitauflage abnehmen und die neue Gleitauflage befestigen.

8.1.3 Belüftungsventil

Verunreinigungen wie festgesetzte Produktrückstände o.ä. können Ursache für ein unzureichendes Vakuum sein. In diesem Fall muss das Belüftungsventil gereinigt werden.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventileinsatz herausschrauben.
- Verunreinigungen am Ventileinsatz und in der Ventilöffnung mit einem Papiertuch entfernen.
- O-Ringe reinigen und auf Beschädigungen untersuchen. Beschädigte O-Ringe müssen ausgetauscht werden.

1 Ventilöffnung
2 Ventileinsatz
3 O-Ringe

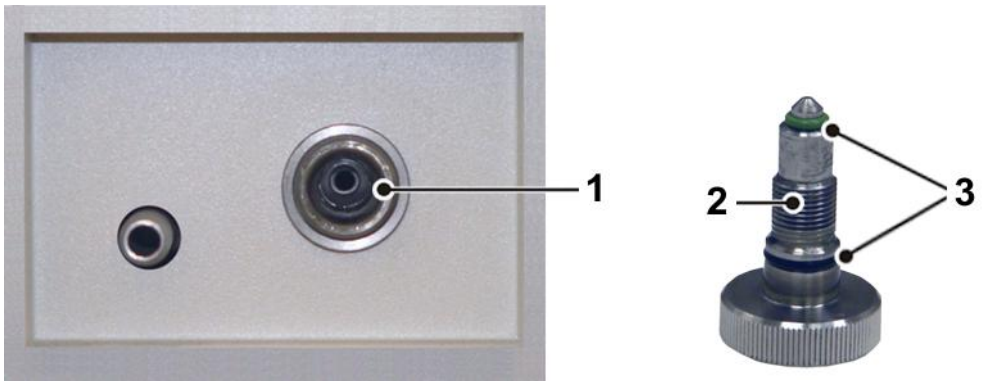


Abb. 79: Ventilöffnung und Ventileinsatz mit O-Ringen (Bespielabbildung, variiert je nach Anlagentyp)

- Ventileinsatz wieder einsetzen.
- Gefriertrocknungsanlage wieder in Betrieb nehmen.

Wird weiterhin nur ein unzureichendes Vakuum erreicht, muss die Gefriertrocknungsanlage von authorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

8.1.4 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen)

Um das von der Kälteanlage komprimierte Kältemittel abzukühlen, wird ein lamellierter Wärmetauscher eingesetzt. Er befindet sich auf der Geräterückseite (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente") und wird mit Luft gekühlt.

Staub und Schmutz behindern die Kühlung durch den Luftstrom. Staubbelag auf den Lamellen verhindert den Wärmeaustausch und damit die Leistungsfähigkeit der Kälteanlage. Größere Verunreinigungen können einen Ausfall der Anlage verursachen.

Der gewählte Aufstellungsort sollte deshalb möglichst sauber sein.

- Wärmetauscher mindestens einmal monatlich auf Verschmutzungen überprüfen und gegebenenfalls reinigen.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

8.1.5 Elektrisches System

GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrischen Schlag

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

- Arbeiten am elektrischen System der Anlage nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen!

Die elektrische Ausrüstung der Anlage ist in regelmäßigen Abständen durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen. Mängel wie lose Verbindungen bzw. angeschmorte Kabel sofort beseitigen.

8.1.6 Vakuumsystem

HINWEIS

Wartungshinweise des Herstellers in der separaten Betriebsanleitung der Vakuumpumpe und ggf. des Abgasfilters beachten!

WARNUNG

Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Vakuumpumpe heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Vor Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter die Pumpe abkühlen lassen!
- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!

WARNUNG

Verbrühungsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem heißen Vakuumpumpenöl ausgesetzt.

Bei Kontakt mit der Haut kann es zu Verbrühungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Geeignetes Auffanggefäß verwenden!

WARNUNG

Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem Vakuumpumpenöl ausgesetzt, das gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten kann. Synthetische Öle können zudem beim Erhitzen über 300°C und beim Anzünden giftige Gase freisetzen.

Durch das Einatmen von Dämpfen, die aus dem Öl austreten, oder durch Kontakt mit der Haut kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!
- Öl unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Öl nicht mit Tabakwaren in Berührung bringen!

Die Belastung der Vakuumpumpe in Verbindung mit einer Gefriertrocknungsanlage ist in der Regel nicht besonders hoch. Deshalb können die Empfehlungen in dieser Betriebsanleitung von den Angaben der Pumpenhersteller abweichen.

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen an der Vakuumpumpe regelmäßig folgende Wartungsarbeiten durchgeführt werden:

- Ölstand der Vakuumpumpe einmal wöchentlich kontrollieren, gegebenenfalls fehlendes Öl nachfüllen.
- Während des Betriebs der Pumpe auf Laufgeräusche achten.
- Ölwechsel sind grundsätzlich bei betriebswarmer Pumpe durchzuführen.
- Der erste Ölwechsel ist nach ca. 100 Betriebsstunden vorzunehmen.

- Die weiteren Ölwechsel richten sich nach den Betriebsbedingungen. Im Allgemeinen ist ein Intervall von 500 bis 1.000 Betriebsstunden ausreichend.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

8.1.7 Kältesystem

WARNUNG

Erstickungsgefahr durch Kältemittel

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten. Gasförmiges Kältemittel ist schwerer als Luft und kann sich am Boden und in Gruben in höheren Konzentrationen sammeln.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Bei Arbeiten am Kältesystem für gute Belüftung/Absaugung sorgen!

WARNUNG

Vergiftungsgefahr durch Kältemittel

Bei Zersetzung (z.B. durch offene Flammen oder heiße Oberflächen) werden gefährliche Gase frei.

Durch Kontakt mit den Zersetzungsprodukten kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Während der Arbeiten am Kältesystem nicht essen, trinken oder rauchen!

WARNUNG

Gefahr von Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen durch Kältemittel

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel ind flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten.

Bei Kontakt von flüssigem Kältemittel mit der Haut kann es zu Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!

Der Kältemittel-Kreislauf ist ein geschlossenes System. Alle Arbeiten an den Kältesystemen dürfen nur durch zertifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden.

8.1.8 Vakuummesssonde

HINWEIS

Separate Betriebsanleitung des Herstellers für die Vakuummesssonde beachten!

Die Vakuummesssonde hat nur eine begrenzte Lebensdauer. Insbesondere kohlenstoffhaltige Substanzen wie z.B. alkoholische Verbindungen verkürzen die Lebensdauer extrem.

- Die Vakuummesssonde ist wartungsfrei.
- Äußere Verschmutzungen mit einem Tuch entfernen.

8.1.9 Zubehör

VORSICHT

Die besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei der Pflege des Zubehörs sind unbedingt zu beachten.

Es handelt sich hierbei um Maßnahmen zur Wahrung der Betriebssicherheit!

Chemische Reaktionen sowie Druckkorrosion (Kombination von wechselndem Druck und chemischer Reaktion) können das Gefüge der Metalle und Kunststoffteile angreifen bzw. zerstören. Kaum nachweisbare Risse an der Oberfläche vergrößern sich und schwächen das Material, ohne deutlich sichtbare Anzeichen dafür zu hinterlassen.

- Das Material muss daher regelmäßig (mindestens einmal monatlich) überprüft werden auf
  - Rissbildung
  - sichtbare Gefügezerstörungen an der Oberfläche
  - Druckstellen
  - Korrosionserscheinungen
  - sonstige Veränderungen.
- Beschädigte Teile im Interesse der eigenen Sicherheit unverzüglich austauschen.
- Flüssigkeiten, die Korrosion verursachen können, müssen unverzüglich von den Zubehörteilen abgespült werden.
- Zubehör außerhalb der Gefriertrocknungsanlage reinigen; am besten nach jedem Gebrauch, mindestens aber einmal wöchentlich.

8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör

- Handelsübliche Desinfektionsmittel, wie z.B. Incidur®, Meliseptol®, Sagrotan®, Buraton® oder Terralin® (im Laborfachhandel erhältlich) verwenden.
- Die Gefriertrocknungsanlage und das Zubehör bestehen aus unterschiedlichen Materialien. Mögliche Unverträglichkeiten sind zu beachten.
- Bevor andere als die von uns empfohlenen Reinigungs- und Desinfektionsmittel angewendet werden, hat sich der Anwender beim Hersteller zu vergewissern, dass das Verfahren das Gerät nicht schädigt.
- Fragen Sie im Zweifelsfall beim Hersteller an (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

GEFAHR

Bei Verwendung von Gefahrenstoffen (z.B. infektiöse und pathogene Substanzen) besteht die Pflicht zur Desinfektion der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs.

8.3 Wartungsplan

System/ Baugruppe	Position / Bauteil	Inspektion		Wartung				Bemerkungen
		vor Beginn der Trocknung	täglich (Arbeitstag)	Inspektion	Austausch	Funktion	Kalibrierung	
Trocknungs-kammer Be- / Entladeseite	Türdichtung: sauber und unbeschädigt	X		ersetzen	jährlich			
	Türriegel, Scharniere: gratfrei	X		X		X		
	Stellflächen: Oberfläche sauber und unbeschädigt	X		X				
	Türscheibe, Schauglas: sauber	X		X				
	Trocknungskammer: trocken und sauber	X		X				
	Türverkleidung bei Edelstahltür: fest			X				
Maschine Allgemein	Leckagen		X	X				
	Geräusche im Betrieb		X	X				
	Statische Dichtungen: Clamp, KF, O-Ring etc.			X	jährlich			
	Lose Kabel			X				
	Rahmengestell: Korrosion			X				Korrosion beseitigen
Vakuumsystem	Pumpe: Ölstand	X	X	X				
	Pumpe: Öl-Zustand (Farbe, Kontamination)	X	X	X	Ölwechsel			
	Ölnebelfilter: Ölnebelaustritt		X	X		X		
	Ölnebelfilter: Ölstand		X			reinigen		
	Endvakuum					X		
	Ablagerungen im Gehäuse-Öl Kreislauf			X				
	Oel Leckage unter Pumpe	X		X	ggf. Dichtung nach 10 Jahren			
	Vakuum Lecktest					X		
Kältesystem	Eisbildung			X				
	Wärmetauscher (luftgekühlte Anlage)	X		X		reinigen		
	Mechanische Geräusche			X				
	Magnetventile					X		
	Eiskondensator: tiefste Temperatur					X		
	Regelventile Kühlwasser			X		X		
Flaschen-verschluss-system	Mechanische Komponenten: Funktion			X				
	Hydraulik: Max. Druckeinstellung					X		
	Hydraulik: Oel im Vorlagebehälter			X				
	Hydraulik: Zustand Schläuche (Leckage)			X	nach 5 Jahren			Elastomerschläuche sollten nach 6 Jahren getauscht werden
	Hydraulik: Verfahrgeschwindig-keit Verschlusszylinder					X		
Elektotechnik	Temperatursensoren			X			jährlich	
	Vakuumsensoren			X			jährlich	
	Drucksensoren			X			jährlich	
	Elektrochassis: Zustand Bauteile			X				
	Maschinenverkabelung			X				
	Leistungsaufnahme Komponenten					X		
	Signalpieper					X		
	Pufferbatterie der Steuerung (LSCplus)				nach 5 Jahren			

8.4 Instandhaltungsarbeiten

GEFAHR

Bei Instandhaltungsarbeiten, die die Entfernung der Verkleidung erfordern, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags oder mechanischer Verletzungen. Solche Arbeiten sind ausschließlich qualifiziertem Fachpersonal vorbehalten.

Die Gefriertrocknungsanlage ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Um der starken Beanspruchung standzuhalten, werden bei der Fertigung hochwertige Bauteile eingesetzt. Trotzdem kann es zu Verschleißerscheinungen kommen, die von außen nicht sichtbar sind.

Wir empfehlen daher, die Gefriertrocknungsanlage im Rahmen einer Inspektion durch den Hersteller einmal jährlich im Betriebszustand und im Dreijahresrhythmus im zerlegten Zustand prüfen zu lassen.

Diese Dienstleistung kann auch im Rahmen eines Wartungsvertrages vereinbart werden (siehe unten).

Informationen und Terminabsprachen
in Deutschland:

Setzen Sie sich in Verbindung mit

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-33 33
E-mail: support.epsilon@martinchrist.de

außerhalb Deutschlands:

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter www.martinchrist.de → [Vertriebspartner]

HINWEIS

- Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.

Wartungsvertrag für Christ Gefriertrocknungsanlagen

Mit dem Wartungsvertrag bietet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine Dienstleistung an, die über die normale Pflege und Wartung des Anwenders hinaus einen zuverlässigen Betrieb der Gefriertrocknungsanlage gewährleistet.

Eine vertragliche Wartung durch einen unserer Servicetechniker beinhaltet die Inspektion der Christ Gefriertrocknungsanlage gemäß folgender Spezifizierung:

- Prüfung gemäß DGUV Vorschrift 3 (elektrische Anlagen und Betriebsmittel)
- Prüfung des allgemeinen Zustands
- Prüfung von mechanischen Funktionen
- Prüfung des Kältesystems
- Prüfung des Vakuumsystems inkl. Vakuummesssonde und Vakuumanzeige
- Prüfung der Kompressor- und Vakuumpumpenaufhängung
- Prüfung der Betriebsmittel-Füllstände
- Prüfung des Zubehörs
- Durchführung eines Probelaufs
- Ausfertigung eines Serviceberichts

Die Terminverfolgung wird durch die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH organisiert.

Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie bei der Christ Serviceleitung (Kontakt siehe oben).

Dieses Angebot gilt nur für Deutschland. Aus dem Ausland setzen Sie sich bitte mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung (siehe oben).

8.5 Rücksendung defekter Teile

Trotz aller Sorgfalt bei der Fertigung unserer Produkte ist es hin und wieder notwendig, das Gerät oder ein Zubehörteil an den Hersteller zurückzusenden.

Um eine Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör zügig und wirtschaftlich bearbeiten zu können, benötigen wir vollständige und umfassende Angaben zum Vorgang. Füllen Sie deshalb die nachfolgend aufgeführten Formulare komplett und sorgfältig aus und senden Sie sie zusammen mit dem Produkt zurück an:

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode (Deutschland)

1. **Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers (Dekontaminationserklärung)**
   Als zertifiziertes Unternehmen und aufgrund gesetzlicher Vorschriften zum Schutz unserer Mitarbeiter und der Umwelt sind wir verpflichtet, für alle Wareneingänge die Unbedenklichkeit zu dokumentieren. Zu diesem Zweck benötigen wir eine Dekontaminationserklärung.

- Das Formular muss von autorisiertem Fachpersonal vollständig ausgefüllt und abgezeichnet werden.
- Bringen Sie das Original gut sichtbar außen an der Verpackung an.

HINWEIS

Bei Nichtvorlage einer Dekontaminationserklärung senden wir das Gerät zu unserer Entlastung zurück!

2. **Formular zur Rücksendung defekter Teile**
   Auf diesem Formular werden die produktbezogenen Daten eingetragen. Sie erleichtern die Zuordnung und ermöglichen eine zügige Abwicklung der Rücksendung. Werden mehrere Teile in einem Paket zurückgeschickt, sollte zu jedem defekten Teil eine separate Fehlerbeschreibung beigefügt werden.
   - Eine ausführliche Fehlerbeschreibung ist notwendig, um die Reparatur zügig und wirtschaftlich durchzuführen.
   - Auf Wunsch erstellen wir einen Kostenvoranschlag vor Durchführung der Reparatur. Wir bitten diesen spätestens nach 14 Tagen zu bestätigen. Falls nach 4 Wochen keine Bestätigung des Kostenvoranschlags erfolgt, senden wir das Gerät zu unserer Entlastung zurück. Die entstandenen Kosten müssen wir in Rechnung stellen.

3. **Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)**
   Auf Ihren Wunsch beauftragen wir eine Spedition mit der Abholung des Gerätes. In diesem Fall füllen Sie den Abholauftrag aus und senden das Formular per E-Mail oder Fax an uns zurück.

HINWEIS

Das Gerät muss transportsicher verpackt werden, am besten in der Originalverpackung.

Wird das Produkt in einer ungeeigneten Verpackung an uns gesendet, erfolgt die Neuverpackung für den Rücktransport zu Ihren Lasten.

Die Formulare stehen online als Formular-Download zur Verfügung:
www.martinchrist.de → [Service] → [Instandsetzung und Reparatur].

9 Entsorgung

9.1 Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage

Die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist als Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten registriert, die ausschließlich für den gewerblichen Gebrauch bestimmt sind.

- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

9.2 Entsorgung der Verpackung

- Die Verpackung muss nach Werkstoffen getrennt entsorgt werden.
- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

10 Technische Daten

Hersteller:	Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH An der Unteren Söse 50 37520 Osterode	
Gerätetyp:	**EPSILON 1-4 LSCplus**	**EPSILON 2-4 LSCplus**
Bestellnummer:	112991	112992

Leistungsdaten	**EPSILON 1-4 LSCplus**	**EPSILON 2-4 LSCplus**
<u>Kammer</u>		
- Abmessungen (B x H x T): - Volumen:	300 mm x 320 mm x 432 mm ca. 41 l	300 mm x 320 mm x 432 mm ca. 41 l
<u>Eiskondensator</u>		
- Kapazität: - Leistung: - Temperatur:	max. 4 kg max. 3,0 kg / 24 h ca. -55°C	max. 4 kg max. 3,0 kg / 24 h ca. -85°C
<u>Stellflächen</u>		
- Anzahl der Stellflächen: - Abmessungen (B x T): - Nutzbare Stellfläche: - Lichter Stellflächenabstand mit Verschlussvorrichtung: ohne Verschlussvorrichtung: - Stellflächentemperatur:	1 270 mm x 400 mm 0,108 m^2 140 mm 172 mm ca. -45°C bis +60°C	1 270 mm x 400 mm 0,108 m^2 140 mm 172 mm ca. -70°C bis +60°C

Anschlussdaten	**EPSILON 1-4 LSCplus**	**EPSILON 2-4 LSCplus**
Elektrischer Anschluss:	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)
Schutzklasse:	I	I
IP-Code:	21	21
Scheinleistung:	1,0 kVA	1,9 kVA
Nennstrom (ohne Vakuumpumpe):	4,5 A	8,5 A
Netzsicherung:	12 A	14 A
Anschluss Vakuumpumpe:	230 V / 50-60 Hz, max. 9,5 A	230 V / 50-60 Hz, max. 5,5 A

10 Technische Daten

Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe)	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Abmessungen der Anlage		
- Höhe (ohne Zubehör):	520 mm	520 mm
- Breite:	780 mm	780 mm
- Tiefe (inkl. Vakuumflanschanschluss):	550 mm	550 mm
Gewicht:	ca. 110 kg	ca. 140 kg
Geräuschpegel nach DIN 45635:	__ dB(A)	51 dB(A)
Funkentstört gemäß EN 55011:	Klasse B	Klasse B
Wärmeabgabe:	min. 620 W max. 1.100 W	min. 1.100 W max. 1.600 W

Füllmengen	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Kältemittel:	siehe Typenschild	siehe Typenschild

Betriebsmittelanschlüsse	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Vakuumanschluss:	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)
Belüftungsventil:	Schlauchtülle DN4 (max. Außendurchmesser 8 mm) max. 0,2 bar Überdruck	Schlauchtülle DN4 (max. Außendurchmesser 8 mm) max. 0,2 bar Überdruck
Netzeingang:	Kaltgerätestecker	Kaltgerätestecker
Datenschnittstelle (LAN):	RJ 45	RJ 45

Sonderausstattung: Wasserkühlung	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Bestellnummer:	112993	112994
Temperatur Wasservorlauf:	+15°C bis +20°C	+15°C bis +20°C
Temperatur Wasserrücklauf:	max. 25°C	max. 25°C
Wassertemperatur-Differenz:	max. 10K bei Vorlauf-Temp. +15°C max. 5K bei Vorlauf-Temp. +20°C	max. 10K bei Vorlauf-Temp. +15°C max. 5K bei Vorlauf-Temp. +20°C
Kühlwasserdruck:	max. 10 bar	max. 10 bar
Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf:	max. 1,5 bar	max. 1,5 bar
Volumenstrom:	max. 0,13 m^3/h	max. 0,20 m^3/h
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme:	1,1 kW	1,6 kW
Anschluss Kühlwasserzulauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Anschluss Kühlwasserrücklauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Option Kühlwassermengenregler (Werkseinstellung):	12 bar (Hochdruckseite Kälteanlage)	12 bar (Hochdruckseite Kälteanlage)

10.1 Umgebungsbedingungen

- Die Daten gelten für eine nominale Umgebungstemperatur von +20°C.
- Zulässige Umgebungstemperatur +10°C bis +25°C.
- Max. Luftfeuchte 85% (nicht kondensierend) bei +25°C.

10.2 Technische Dokumentation

Die technische Dokumentation dieser Gefriertrocknungsanlage (z.B. Stromlaufpläne, Kälteschema) sowie die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger sind dieser Betriebsanleitung nicht beigefügt.

Die Unterlagen können über unsere Serviceabteilung anfordert werden.

11 Anhang

11.1 Mathematische Zusammenhänge

Den unter dem Menüpunkt "Programmgeber " (s. Kap. 6.5.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus") ablaufenden automatischen Vorgängen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

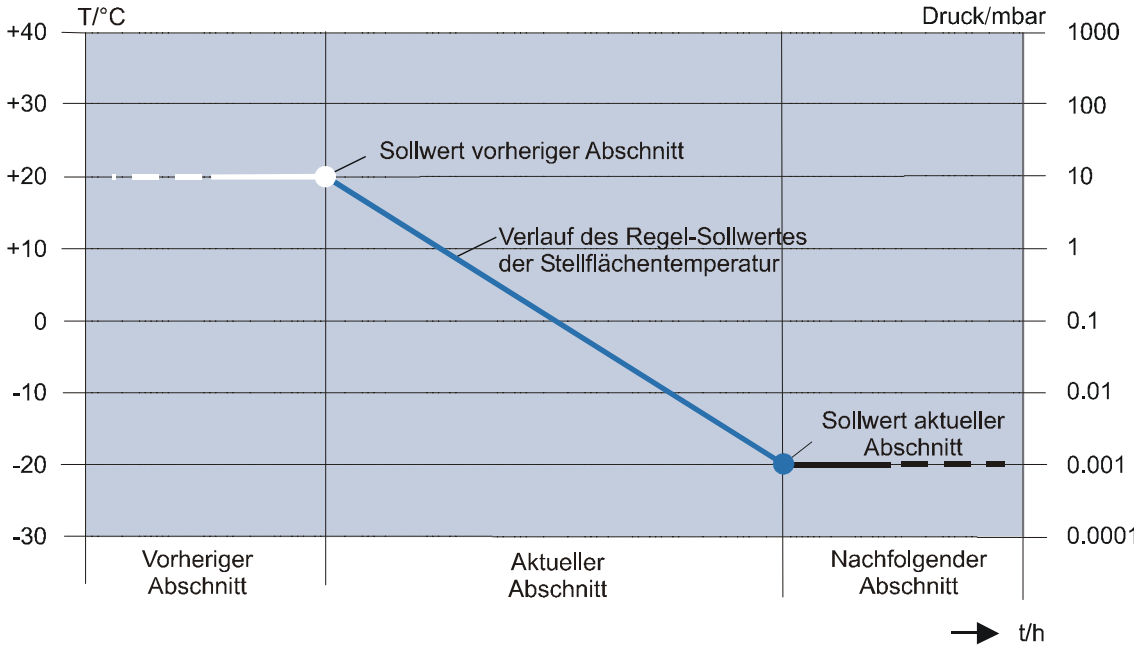


Abb. 80 Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

Berechnung des Regelsollwerts und der Steigung für Temperatur:

$$Steigung = \frac{Sollwert\ aktueller\ Abschnitt - Sollwert\ vorheriger\ Abschnitt}{Abschnittszeit\ des\ aktuellen\ Abschnitt} \quad [°C/\min]$$

$$\text{Re}\,gelsollwert = Soll.vorherigerAbs + verstricheneAbschnittszeit.Steigerung[°C]$$

Beispiel:

Abschnitt	Sollwerte	
	Abschnittzeit [h:min]	Temperatur [°C]
vorheriger	...	30
aktueller	1:00	60

$$Steigerung = \frac{60°C - 30°C}{60\,\min} = \frac{30°C}{60\,\min} = 0{,}5°C/\min$$

Somit ergibt sich z.B. nach 30 Minuten verstrichener Abschnittszeit ein Regelsollwert für die Temperatur von:

$$Regelsoll_{(t=30\,\min)} = 30°C + 30\,\min \cdot 0.5°C/\min = 45°C$$

Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum:

$$Regelsoll = 10^{LOG10(Soll.vorh.\ Abs.) + \left(\frac{LOG10(Soll.akt.\ Abs.) - LOG10(Soll.vorh.\ Abs.)}{Abschnittszeit\ des\ aktuellen\ Abschnitt}\right) \cdot verstrichene\ Abschnittszeit} \quad [mbar]$$

11.2 EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie

CHRIST

EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang II, Teil 1, Abschnitt A

Das nachfolgend bezeichnete Produkt wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der aufgeführten EG-Richtlinien und Normen.

Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung oder einer nicht bestimmungsgemäßen Anwendung verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Produktbezeichnung:	Gefriertrocknungsanlage
Produkttyp:	Epsilon 1-4 LSCplus Epsilon 2-4 LSCplus
Bestellnummer:	112991, 112993, 112999 112992, 112994, 113000
Richtlinien:	2006/42/EG Maschinenrichtlinie 2006/95/EG Niederspannungsrichtlinie 2004/108/EG EMV-Richtlinie 97/23/EG Druckgeräterichtlinie
Zu Grunde gelegte Normen:	DIN EN ISO 12100:2011-03 DIN EN 378-1 bis 378-4:2012-08 DIN EN ISO 13849-1:2008-12 DIN EN 61010-1:2011-07 DIN EN 60204-1:2011-01 DIN EN 61000-6-2:2006-03 DIN EN 61000-6-4:2011-09
- optional bei Anlagen mit WTMplus:	DIN EN 55011:2011-04 DIN EN 62311:2008-9

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode

CE-Bevollmächtigter:
S. Krippendorff

Osterode, 20.07.2015

M. Christ, Geschäftsführer

CE_MaschRL_Epsilon1-4_2-4_LSCplus_2015-07-20_de.docx

11.3 EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie

EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Druckgeräterichtlinie 97/23/EG

Die nachfolgend bezeichneten Kälteanlagen in Gefriertrocknungsanlagen wurden entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der aufgeführten EG-Richtlinien und Normen.

Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung oder einer nicht bestimmungsgemäßen Anwendung verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Produktbezeichnung:	Kälteanlage in Gefriertrocknungsanlage
Relevante Gerätetypen:	Alle Laborgeräte der Typen: Alpha, Beta, Gamma, Delta Pilotanlagen der Typen: Epsilon 1-4,Epsilon 2-4 Epsilon 2-6D, Epsilon 2-10D
max. zulässiger Druck: *max. zulässige Temperatur:*	25 bar 120°C
Richtlinien:	97/23/EG Druckgeräterichtlinie
Zu Grunde gelegte Normen:	AD 2000 EN 378
Angewandte Konformitätsverfahren:	Modul A Kategorie I

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode

CE-Bevollmächtigter:
S. Krippendorff

Osterode, 31.07.2015

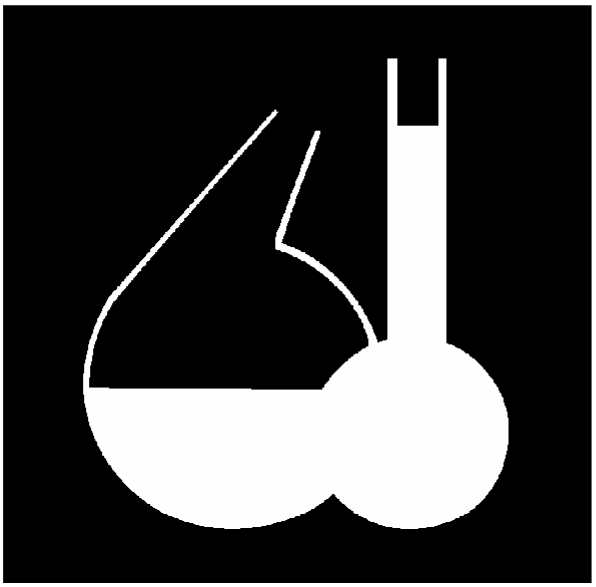
M. Christ, Geschäftsführer

CE_DruckGRL_Labor+Pilot_2015-07-31_de.docx

11.4 Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit Plexiglas

Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit

PLEXIGLAS® GS
PLEXIGLAS® XT
PLEXIGLAS RESIST® XT



Inhalt
Diese Schrift fasst das chemische Verhalten unserer Halbzeuge-Gruppen zusammen, indem deren Spannungsrissbildungsergebnisse und Chemikalienbeständigkeiten für eine Reihe von chemischen Agenzien in Listen übersichtlich dargestellt werden und eine Gesamtbeurteilung erfolgt.

Anmerkungen

Kurzaussagen zur Chemikalienbeständigkeit alleine gegen teils weitere Substanzen, z. B. auch Markenartikel, liegen zusätzlich vor in der Druckschrift "Chemisches Verhalten, PLEXIGLAS® GS und XT" (Kenn-Nr. 211-1).

Die physikalischen Eigenschaften sind den jeweiligen "Produktbeschreibungen" zu den einzelnen Halbzeugen zu entnehmen, die bei den Lieferanten angefordert werden können.

Bei der Anwendung unserer Produkte sind außerdem zu beachten:
- die regional gültigen Bauvorschriften und Immissionsschutzgesetze
- zutreffende Normen
- Gewährleistungen nach VOB oder BGB
- Berufsgenossenschafts-Richtlinien u. a.

Für die Markterhältlichkeit der genannten Produkte gelten die jeweils aktuellen Lieferprogramme der Halbzeuge.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 **Einleitung** 1.1 Chemikalienbeständigkeit 1.2 Spannungsrissbildung	**(variiert je nach Einstellung von PC und Drucker)**
2 **Prüfergebnisse** 2.1 Zeichenerklärung 2.2 Ergebnislisten	

1 Einleitung

Für viele Anwendungen von PLEXIGLAS® entsteht die Frage nach der Beständigkeit beim Kontakt mit bestimmten Agenzien bzw. Werkstoffen, da diese letztendlich über die Zulässigkeit eines geplanten Einsatzzweckes mitentscheidet.
Zur Beurteilung dient hierfür meistens das unter normierten Bedingungen durchgeführte Laborexperiment, das einerseits einen Vergleich der Wirkung verschiedener Agenzien erlaubt, andererseits aber auch einen Vergleich der Wirkung auf verschiedene Kunststoffe, z. B. PLEXIGLAS®.

1.1 Chemikalienbeständigkeit

Die einfachste Möglichkeit, Wirkungen dieser Art zu untersuchen, besteht darin, Prüfkörper ohne zusätzliche Belastung mit den entsprechenden Agenzien in Kontakt zu bringen, d. h. sie in Flüssigkeiten einzutauchen oder aber bei Feststoffen diese auf die Oberfläche aufzulegen. Man spricht dann im allgemeinen von der Prüfung der Chemikalienbeständigkeit oder Fleckunempfindlichkeit.

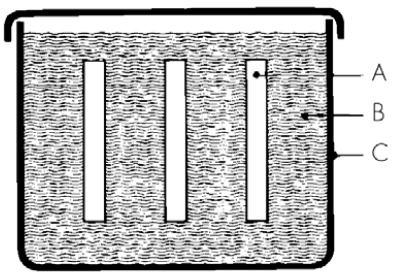
Als Beurteilungskriterien dienen die nach Lagerung entstandenen Veränderungen des Aussehens, Gewichtes und der Festigkeit.
Einwirkungsdauer, Temperatur und Konzentration des einwirkenden Stoffes beeinflussen das Ergebnis sehr stark. Um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, müsste man die im praktischen Anwendungsfall vorliegenden Bedingungen - Zeit, Temperatur und Konzentration - exakt nachstellen. Dies ist allerdings nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Damit man im Versuch zu möglichst kurzen Prüfzeiten kommt, erhöht man deshalb die Prüftemperatur und/oder die Konzentration. Man bedient sich dabei der Erfahrung, dass chemische Reaktionen mit höher werdender Temperatur schneller ablaufen.
Prüfungen dieser Art sind in der Norm DIN 53476 - Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten - beschrieben (Abb. 1).
Es wird diejenige Prüfdauer von 1 Tag, 1 Woche oder 1 Monat angegeben, innerhalb derer die ersten Veränderungen am Prüfkörper sichtbar wurden. Eine zusätzliche Kurzzeitprüfung von 1 Minute Dauer lässt besonders aggressive Chemikalien erkennen.

Die verschiedenen PLEXIGLAS® Sorten zeigen in ihrer chemischen Beständigkeit gewisse Unterschiede. PLEXIGLAS GS ist aufgrund seines höheren Molekulargewichtes etwas beständiger als PLEXIGLAS® XT oder Spritzgussteile aus PLEXIGLAS® Formmasse.
Der Unterschied ist allerdings oft nur graduell. Deshalb sind die Beständigkeitslisten für diese Materialien auch nahezu identisch.

Genaueren Aufschluss darüber, wie die einzelnen PLEXIGLAS® Sorten den Prüfergebnissen zuzuordnen sind, gibt „2.1 Zeichenerklärung".

Die Prüfergebnisse der Chemikalienbeständigkeit sind insbesondere bei dauerhafter Einwirkung von Agenzien auf spannungsfreie Kunststoffe anwendbar.

Abb. 1: Prüfung auf Chemikalienbeständigkeit nach DIN 53476



A = Prüfkörper
B = Agens
C = Behälter

1.2 Spannungsrissbildung

In vielen Anwendungsfällen muss mit Spannungen, z. B. durch Bearbeitung, Warmformen, Schrauben, Klemmen, Kalteinbiegen oder lokal unterschiedlichen Wärmebelastungen gerechnet werden. Die dadurch erzeugten Spannungen müssen dann bei der Beurteilung des Verhaltens von PLEXIGLAS® berücksichtigt werden.
Sind Kunststoffe in Luft über einen bestimmten Wert hinaus spannungs- bzw. dehnungsbelastet, dann entstehen abhängig von der anliegenden Spannung bzw. Dehnung nach kurzer (hohe Spannung) oder langer Zeit (niedrige Spannung) im Material Risse. Die gleichzeitige Einwirkung bestimmter Agenzien kann diese Zeitspanne bis zum Auftreten erster Risse drastisch verkürzen. Diese Erscheinung bezeichnet man als "umgebungsbedingte Spannungsrissbildung" oder abgekürzt "Spannungsrissbildung".

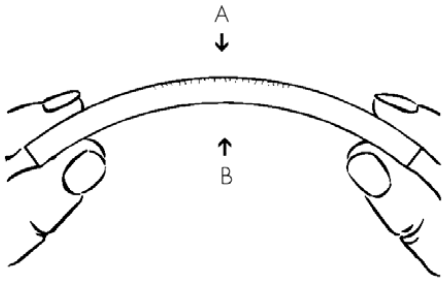
Wie ein einfacher Versuch zeigt, verursachen nur Zugspannungen Spannungsrissbildung: Biegt man einen PLEXIGLAS® Stab zwischen den Händen (Abb. 2) und befeuchtet die mit Zugspannungen behaftete konvexe Oberseite mit Ethylalkohol, dann tritt nach kurzer Zeit Rissbildung auf. Derselbe Versuch auf der mit Druckspannungen behafteten konkaven Unterseite führt nach langen Zeiten nicht zur Rissbildung.

Für PLEXIGLAS® sind verschiedene Rissbildungs-Prüfverfahren anwendbar. Alle Verfahren sind relativ aufwendig bezüglich der Anzahl der Prüfkörper und/oder deren Herstellung sowie Durchführung der Prüfung und Prüfeinrichtungen.
Eine weitere Schwierigkeit besteht auch in der Übertragung der erhaltenen Prüfergebnisse in die Praxis, da hierzu dem Anwender häufig noch zu wenige Erfahrungen vorliegen.

Wesentlich leichter fällt uns dies bei dem in unserem Hause seit mehr als 30 Jahren erfolgreich angewendeten **"Biegeversuch"**, dessen Belastungsfall zwischen dem "Zeitstandzugsversuchs-Verfahren" und dem "Biegestreifen-Verfahren" nach DIN 53 499 einzuordnen ist.
Einseitig waagerecht eingespannte Biegestäbe (Abb. 3) werden auf der Oberseite mit dem Prüfmedium beschichtet und an ihrem freien Ende so belastet, daß nahe der Einspannung eine maximale Zugspannung $\sigma_{b,m}$ bis zu 30 MPa entsteht. Diese fällt bis zum Lastangriffspunkt linear auf den Wert Null ab. Dabei ist jedem Punkt der Oberseite in Stablängsrichtung eine definierte Zugspannung zuzuordnen. Die Rissbildung beginnt an der Stelle mit der höchsten Zugspannung und schreitet mit der Prüfdauer in Richtung Lastangriffspunkt bis zu einer bestimmten Stelle fort. Nach einer Prüfdauer von 24 Stunden bei Temperaturen von 23 °C wird visuell festgestellt, bis zu welcher Stelle am Stab Rissbildung aufgetreten ist. Dieser Stelle wird rechnerisch eine Grenzbiegespannung $\sigma_{b,g}$ zugeordnet.

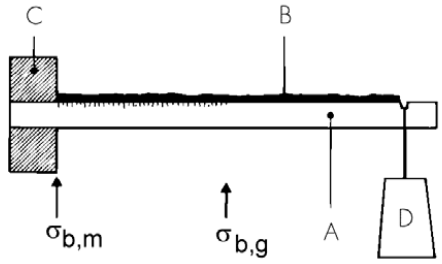
Langjährige Erfahrung zeigt, dass Produkte, die nach 24 Stunden bei Grenzspannungen über 25 MPa bei 23 °C (und/oder über 15 MPa bei 50 °C) keine Rissbildung ergeben, auch im praktischen Einsatz keine Spannungsrissbildung verursachen, wenn unsere für die verschiedenen Halbzeuge gültigen Anwendungsvorschriften eingehalten werden.

Abb. 2: Handversuch zur Spannungsrissbildung



A = Zugspannungen
B = Druckspannungen

Abb. 3: Biegeversuch zur Spannungsrissbildung



A = Prüfkörper
B = Agens
C = Einspannung
D = Gewicht

2 Prüfergebnisse

2.1 Zeichenerklärung

Die umfangreichen Aussagen der nachfolgenden Ergebnislisten sind mit Zeichen und Abkürzungen versehen, die der zusätzlichen Erläuterung bedürfen:

Konz =	Konzentration der Prüfchemikalie in max. möglicher chemischer Reinheit oder wässriger Lösung
Mat =	Material, d. h. Halbzeug-Art, aus welcher die untersuchten Prüfkörper bestanden
233 =	PLEXIGLAS® GS 233; Ergebnis gültig auch für GS 215, 218, 221, 222, 231, 238, 247, 1001 und 2458 und PLEXIGLAS SOUNDSTOP® GS; merklich besser beständig ist vernetztes PLEXIGLAS® z. B. GS 209 und GS SW 235 (= Sanitär)
XT =	PLEXIGLAS® XT 20070; Ergebnis gültig auch für XT 20080, 24370, 21570 AR, SPIEGEL XT sowie für PLEXIGLAS SOUNDSTOP® XT
XT-R =	PLEXIGLAS RESIST® XT 41; Ergebnis gültig auch für RESIST XT 31 und RESIST XT 21; für alle RESIST XT Sorten gilt, dass sie in der Chemikalienbeständigkeit empfindlicher, in der Spannungsrissbeständigkeit jedoch besser sind als nichtmodifiziertes XT.
	Von **eingefärbten** PLEXIGLAS® Platten ist ein Verhalten zu erwarten, das den ihnen zuzuordnenden obigen farblosen (Grund-) Sorten entspricht.
SP =	Spannungsrissbeständigkeit ("Röhm-Prüfverfahren", Biegeversuch)
CB =	Chemikalienbeständigkeit (ähnlich DIN 53 476]
EZ =	Einwirkzeit bei der Chemikalienbeständigkeitsprüfung in Tagen, bei Kurzzeitprüfung 1 Minute
GB =	**Gesamtbeurteilung**, d. h. kritische Zusammenfassung der visuellen Beurteilungen von Spannungsrissverhalten **und** chemischer Beständigkeit

+ = beständig
o = bedingt beständig
- = nicht beständig

2.2 Ergebnislisten

Alkohole, ein- und mehrwertige

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
1-Butanol							
100%	233	-	-	28	Rissbildung, gequollen	kein Veränderung	-
100%	XT	-	-	7	stark gequollen, weiß	kein eVeränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, weiß, stark gequollen	keine Veränderung	-
1-Hexanol							
98%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
98%	XT	-	O	28	ganz leicht gequollen	keine Veränderung	-
98%	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-

1-Methoxy-2-propanol							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	7	stark angelöst	kein Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	Oberfläche trüb	-
1-Pentanol							
100%	233	-	O	28	Rissbildung, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	28	trüb, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, weiß, stark gequollen	keine Veränderung	-
2-Propanol							
100%	233	-	-	7	Rissbildung, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	7	gequollen, weiß, Rissbildung	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Cyclohexanol							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Ethanol							
100%	233	-	-	7	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, gequollen, weiß	keine Veränderung	-
50%	233	-	-	7	gequollen	keine Veränderung	-
50%	XT	-	-	1	gequollen	keine Veränderung	-
50%	XT-R	+	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Ethylenglykol							
100%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
100%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
100%	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Ethylenglykol (Frostschutz)							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o

Glyzerin							
98%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Methanol							
100%	233	-	-	1	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, gequollen, weiß	leicht trüb	-
Phenol (gelöst in Wasser)							
5%	233	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-
5%	XT	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-
5%	XT-R	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-

Organische Lösungsmittel, Kraftstoffe

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Butylacetat (Essigsäure-butylester)							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	7	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Essigester (Ethylacetat)							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	Oberfläche leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, matt	-
Pentylacetat (Amylacetat)							
98%	233	-	-	28	gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
98%	XT	-	-	28	stark angelöst	keine Veränderung	-
98%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst, matt	-

Aceton							
99%	233	-	-	28	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Cyclohexanon							
99%	233	-	-	7	Probe stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	28	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	Oberfläche matt	-
Diethylketon							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Ethylmethylketon							
99,5%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99,5%	XT	-	-	1	stark angelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99,5%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Cyclohexan							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	-	28	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Iso-Octan							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
n-Heptan							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	-	28	gequollen, gedeckt weiß	keine Veränderung	-
n-Hexan							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	-	28	gequollen, weiß	keine Veränderung	-

Formamid							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
N-Methylformamid							
99%	233	-	-	7	gequollen, trüb	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Perchlorethylen (Tetrachlorethylen)							
99%	233	-	-	28	matt, Oberfläche weich	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	gequollen, leicht angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	stark gequollen u. angelöst	keine Veränderung	-
Shellsol T							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
Terpentinersatz							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Terpentinöl DAB 7							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Tetrachlor-kohlenstoff							
99%	233	-	-	1	gequollen, leicht angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	z.T. aufgelöst	keine Veränderung	-
Dieselkraftstoff DIN 51601							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	hellbraun, klar	keine Veränderung	-

FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 A							
	233	-	-	1	stark gequollen, klebrig	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	leicht matt, leicht angelöst	-
	XT-R	-	-	1	stark gequollen, angelöst	trüb, angelöst, gequollen	-
FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 B							
	233	-	-	1	gequollen, angelöst	leicht trüb	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst	trüb, angelöst, gequollen	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	trüb, angelöst, gequollen	-
FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 C							
	233	-	-	1	gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst	trüb, weiß, angelöst	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weich	trüb, weiß, angelöst	-
Kraftstoff Nr. 1 DIN 53521							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
Kraftstoff Nr. 2 DIN 53521							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	-	28	leicht gequollen	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Ottokraftstoff Normal (bleifrei)							
	233	-	-	28	gequollen, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	7	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, braun, matt	Oberfläche weiß, matt	-
Ottokraftstoff Normal (verbleit)							
	233	-	-	28	hellbraun verfärbt	keine Veränderung	-
	XT	-	-	28	gequollen, hellbraun	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	stark gequollen, weich, braun	Oberfläche weiß, matt	-

Ottokraftstoff Super (bleifrei)							
	233	-	-	28	gequollen, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	7	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, braun, matt	Oberfläche weiß, matt	-
Ottokraftstoff Super (verbleit)							
	233	-	-	7	gequollen, weich, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	sehr stark gequollen, weiß	Oberfläche weiß, matt	-
Petroleum							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	trüb, leicht gelb	keine Veränderung	-

Säuren, organische und anorganische

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Zitronensäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
38%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
38%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
38%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Ameisensäure							
5%	233		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
5%	XT		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
5%	XT-R		o	28	leicht trüb	keine Veränderung	

Essigsäure							
100%	233	-	-	1	Proben aufgelöst	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst	-
100%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	stark angelöst, weiß	-
5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
Flußsäure							
40%	233	-	-	1	gequollen, weich, weiß	leicht gequollen	-
40%	XT	-	-	1	gequollen, weich, weiß	ganz leicht matt, gequollen	-
40%	XT-R	-	-	1	gequollen, weich, weiß	leicht matt, leicht gequollen	-
Milchsäure							
20%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
20%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
20%	XT-R	-	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	-
90%	233	-	-	7	stark gequollen, weiß, weich	keine Veränderung	-
90%	XT	-	-	1	stark angelöst, weiß	keine Veränderung	-
90%	XT-R	-	-	1	stark angelöst, weiß	keine Veränderung	-
Oxalsäure							
8,7%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,7%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,7%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Phosphorsäure							
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
50%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
85%	233	-	-	1	stark gequollen	keine Veränderung	-
85%	XT	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
85%	XT-R	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-

Salpetersäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	gelb, trüb	keine Veränderung	o
40%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
40%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
40%	XT-R	-	-	28	gedeckt grau	keine Veränderung	-
65%	233	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
65%	XT	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
65%	XT-R	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
Salzsäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	weiß, trüb	keine Veränderung	o
32%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT-R	+	o	28	grau, leicht trüb	keine Veränderung	o
Schwefelsäure							
3%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT-R	+	o	28	weiß, trüb	keine Veränderung	o
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	o	1	leicht trüb	keine Veränderung	o
98%	233	-	-	1	stark gequollen	matt, weiß, gequollen	-
98%	XT	-	-	1	stark gequollen, weiß	matt, weiß, gequollen	-
98%	XT-R	-	-	1	stark gequollen, rot	matt, weiß, gequollen	-
Sulfaminsäure (Amidosulfonsäure)							
18%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
18%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
18%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Weinsäure							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Ölsäure							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	o	28	leicht trüb, matt	keine Veränderung	-

Laugen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Ammoniak-Lösung							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	Proben weiß (trüb)	keine Veränderung	o
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	o	28	Proben weiß	keine Veränderung	o
Natronlauge							
1%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
1%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
1%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Salze, anorganische und organische (gesättigte Lösungen)

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Aluminiumchlorid							
42%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
42%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
42%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Eisen(II)sulfat							
21%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Eisen(III)chlorid							
48%	233	+	o	28	leicht braun	keine Veränderung	o
48%	XT	+	o	28	leicht braun	keine Veränderung	o
48%	XT-R	+	o	28	gelb, trüb, matt	keine Veränderung	o
Kaliumaluminium-sulfat (Alaun)							
5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Kaliumcarbonat							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Kaliumchlorid							
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Kaliumnitrat							
24%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
24%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
24%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Kalium-Permanganate							
6%	233	+	+	28	matt, Oberfläche braun	keine Veränderung	+
6%	XT	+	+	28	matt, Oberfläche braun	keine Veränderung	+
6%	XT-R	+	+	28	matt, Oberfläche schwarz	keine Veränderung	+
Kaliumsulfat							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Kupfersulfat							
17%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
17%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
17%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Magnesiumsulfat							
21%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT-R	+	+	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumacetat							
32%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Natriumcarbonat (Soda)							
2%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
2%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
2%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
20%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT-R	+	o	28	Proben trüb	keine Veränderung	o
Natriumchlorid (Kochsalz)							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Natriumphosphat							
20%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumdihydrogen-phosphat							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	ganz leicht trüb	keine Veränderung	o
Dinatriumhydrogen-phosphat							
8,5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,5%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumhydrogen-sulfat							
40%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
40%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
40%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumnitrat							
45%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
45%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
45%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumsulfat (Glaubersalz)							
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumchlorat							
49%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
49%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
49%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumthiosulfat							
41%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
41%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
41%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Zinkchlorid							
50%	233	o	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT	o	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Zinksulfat							
35%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
35%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
35%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Harnstoff							
51%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
51%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
51%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Hydrochinon							
6,7%	233	-	o	28	klar braun verfärbt	keine Veränderung	-
6,7%	XT	-	-	28	gedeckt rotbraun verfärbt	keine Veränderung	-
6,7%	XT-R	+	-	28	klar braun verfärbt	keine Veränderung	o

Anorganische Verbindungen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Hydrazin							
15%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
15%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
15%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Wasserstoff-peroxid (Wasserstoff-superoxid, Perhydrol)							
3%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Natriumhypo-chlorid							
12%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
12%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
12%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Wasser, vollentsalzt							
	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Organische Verbindungen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Dibutylphthalat							
99%	233	-	-	28	angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	28	angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	keine Veränderung	-
Diisobutylphthalat							
97%	233		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
97%	XT		-	28	angelöst	keine Veränderung	-
97%	XT-R		-	28	stark angelöst, trüb, Spannungsrisse	keine Veränderung	-
Paraffin, dünnflüssig							
100%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
100%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
100%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Sebacinsäure-bis-2-ethyl-hexylester (Dioctylsebacat)							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Trikresylphosphat							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	-	28	keine Veränderung	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	7	angelöst, matt	keine Veränderung	-

Rizinusöl							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Sojabohnenöl							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Triethanolamin							
98%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
98%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

® = eingetragene Marke

PLEXIGLAS, PLEXIGLAS RESIST und PLEXIGLAS SOUNDSTOP sind eingetragene Marken der Evonik Röhm GmbH, Darmstadt.

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 (Qualität) und DIN EN ISO 14001 (Umwelt)

Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Unsere Informationen beschreiben lediglich die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen und stellen keine Garantien dar. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

Kenn-Nr. 211-4 Mai 2000

Business Unit Performance Polymers
Evonik Röhm GmbH Kirschenallee, 64293 Darmstadt, Deutschland.
info@plexiglas.de www.plexiglas.de www.evonik.com

12 Glossar

Betriebsmittelkennzeichen

Innerhalb des Lebenslaufes industrieller Anlagen wird für Planung, Entwurf, Realisation, Betrieb, Instandhaltung und Demontage ein einheitliches Betriebsmittelkennzeichensystem benötigt, um alle Objekte innerhalb des Systems jederzeit eindeutig identifizieren zu können. Die Betriebsmittelkennzeichen (auch Referenzkennzeichen) werden am Betriebsmittel angebracht und in der technischen Dokumentation (z.B. Stromlaufplan) eingetragen.

Belüften, Verschließen, Lagern

Die Option "Belüften, Verschließen, Lagern" beinhaltet das automatische Verschließen der Produktfläschchen mit vorher eingesetzten Gummistopfen unter Partialvakuum sowie die anschließende Lagerung auf den Stellflächen unter definierten Bedingungen als integraler Bestandteil eines Trocknungsprogramms. Aus diesem Grund ist die Option nur in Verbindung mit dem Programmgeber und bei Anlagen mit automatischem Belüftungsventil und Hydraulik einsetzbar.

Desorption

Als Desorption (von lat. de-sorbere, sorbere = (auf-)saugen) bezeichnet man den Vorgang, bei dem Moleküle die Oberfläche eines Festkörpers verlassen. Um desorbieren zu können, muss das Teilchen genügend Energie zur Überwindung der Bindungsenergie besitzen oder zugeführt bekommen.

Druckanstiegstest

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Bei vollständig getrocknetem Produkt verschlechtert sich das Vakuum nicht oder nur sehr gering.

Der Druckanstiegstest wird häufig als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

Einkammer-Verfahren

Beim Einkammer-Verfahren wird sowohl das Gefrieren als auch die anschließende Trocknung des Produktes auf separat temperaturgeregelten Stellflächen innerhalb der Eiskondensatorkammer durchgeführt.

Eutektischer Punkt

Der eutektische Punkt bezeichnet den Punkt, in dem eine homogene Mischphase (z.B eine eutektische Legierung) direkt vom flüssigen in den festen Zustand übergeht, also kein aus verschiedenen Phasen bestehendes Kristallgemisch entsteht.

Komparative Druckmessung

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VSP62/63) zeigt während der Sublimation, also bei höherer Konzentration bei Wasserdampfmolekülen in der Atmosphäre, eine Abweichung gegenüber einer kapazitiven Vakuummesssonde (z.B. MKS 722B). Nimmt der Anteil an Wasserdampfmolekülen zum Ende der Haupttrocknung ab, gleichen sich die Sensorren einander an. Diese Differenz wird ausgewertet.

Die komparative Druckmessung wird häufig als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

Lecktest

Der Lecktest ist ein Prüfverfahren, mit dem die Kammer der Gefriertrocknungsanlage auf Dichtheit gegenüber gasförmigen oder flüssigen Medien getestet wird. Da es grundsätzlich keine absolut dichten Teile gibt, wird eine Leckrate bestimmt. Die Parameter für den Lecktest wurden von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen speziell für die Gefriertrocknungsanlagen entwickelt. In einem ersten Schritt müssen diese Parameter (Vakuum, Eiskondensatortemperatur) erreicht werden. Erst wenn die Bedingungen erfüllt sind, schließt das Drucksteuerventil, und in einem zweiten Schritt wird die eigentliche Dichtheitsprüfung durchgeführt. Die nach Testende errechnete Leckrate gibt Aufschluss über die Dichtheit des Systems.

Sicherheitsdruck

In Kenntnis des dominierenden Einflusses des Vakuums auf die Produkttemperatur hat die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine so genannte Sicherheitsdruck-Funktion als Produktschutz in ihre Anlagen integriert: Wenn der Druck in der Trocknungskammer zu stark – über die Sicherheitsgrenze hinaus – ansteigt, wird die Energieversorgung der Stellflächen unterbrochen und der Sublimationsprozess verlangsamt sich. So wird ein Schmelzen des Produktes verhindert.

Als Sicherheitsdruck sollte der Wert eingesetzt werden, der auf der Dampfdruckkurve über Eis einer Temperatur 5°C unter dem Schmelzpunkt des Produktes entspricht.

Sublimation

Als Sublimation, seltener auch Sublimierung (von lat. "sublimis" = hoch in der Luft befindlich, erhaben), bezeichnet man in der Thermodynamik den Prozess des unmittelbaren Übergangs eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand.

Zweikammer-Verfahren

Das Gefrieren und Trocknen des Produkts auf temperierten Stellflächen in einer separaten Trocknungskammer wird als Zweikammer-Verfahren bezeichnet. Der Vorteil gegenüber dem → *Einkammer-Verfahren* besteht in der wesentlich größeren Produktkapazität. Außerdem kann durch ein Zwischenventil die Produktkammer vom Eiskondensatorraum abgesperrt werden, um einen so genannten → *Druckanstiegstest* zur Bestimmung des Trocknungsendes durchzuführen.

13 Index

A

Abgase (Gefahren) 33, 48
Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands) 115
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses .. 20
Abmessungen 40
Abtauen 79
Abtauen, Stellflächenheizung 23
Abtauwasser, kontaminiert (Gefahren) 33
Akustischer Signalgeber 68
Allgemeine Arbeiten (Wartung) 104
Allgemeine Störungen 98
Allgemeinen Geschäftsbedingungen 11
Anbauten 38
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt 99
Anlagenschema 58
Anschluss 38
Anschluss (Gefahren) 28, 44
Anschluss Kühlwasserrücklauf 118
Anschluss Kühlwasserzulauf 118
Anschluss Vakuumpumpe 117
Anschlussart 45
Anschlussdaten 117
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte 79
Artikelnummer 17
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage 13
Auffüllen von Betriebsmitteln 38
Aufstellort 44
Aufstellung 38
Aufstellung (Gefahren) 28, 44
Ausgangsprodukte, die Azide enthalten 10
Auspacken 41
Ausschalten 97
Automatisches Belüften, Verschließen, Lagern 95
Azide 10
Azide (Gefahren) 32

B

Baujahr (Monat/Jahr) 17
Bedienelemente 13
Bedienoberfläche 53
Bedienpersonal 27
Bedienung der Beladetür 47
Beladetür (Gefahren) 34, 47
Belüften 79
Belüften, Verschließen, Lagern 89, 95, 147
Belüftung 44, 102
Belüftungsmedium vorwählen 64
Belüftungsmedium, Vorwahl 96
Belüftungsventil 48, 101, 118
Belüftungsventil, Reinigung 106
Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum 120
Berechnung des Regelsollwerts und der Steigung für Temperatur 120
Beschilderung des Geräts 24
Bestellnummer 117, 118
Bestimmungsgemäße Verwendung 9
Betrieb 38
Betriebsart wählen / starten 61
Betriebsmittelanschlüsse 118
Betriebsmittelkennzeichen 60, 73, 147
Betriebssicherheit 110
Betriebsspannung 45
Betriebsstunden 73
Betriebszustand 55
Brandschutz 38

C

CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG. 24
Chemische Reaktionen 110

D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser 56
Dampfdruckkurve über Eis 18, 19
Dämpfe, Emission 37
Datenschnittstelle (LAN) 118
Datum / Zeit 67
Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2) 10
Dekontaminationserklärung 114
Dekontaminationsmittel 105
delta p Druckanstiegstest (optional) 82
deltaT Komparativ 82
deltaT Produkt 82
deltaT Stellfläche 82

Index

Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör ... 111
Desinfektionsmittel ... 111
Desorption ... 147
Detailinformationen ... 60
Detailinformationen zu Software-Versionen 77
DGUV Vorschrift 3 ... 114
Dialogfenster "Anlagenschema" ... 58
Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten" 61
Dialogfenster "Neues Programm" ... 62
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" ... 59
Dialogfenster "Tools" ... 56
Differenz Wassertemperatur ... 118
Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf ... 118
Drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus ... 96
Druckanstiegstest ... 58, 86, 95, 147
Druckentlastungsflansch ... 36
Druckkorrosion siehe auch Korrosion ... 110
Druckmessung, komparative ... 95
Druckstellen ... 110
Drucksteuerventil ... 50
Drucksteuerventil, Fehlfunktion ... 101

E

EG-Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie ... 123
EG-Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie ... 121
Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz ... 26
Einkammer-Verfahren ... 147
Einschalten ... 52
Eiskondensator ... 117
Eiskondensatorkammer, Reinigung ... 105
Eiskondensatortemperatur ... 82, 102
Elektrischer Anschluss ... 117
Elektrisches System (Wartung) ... 107
Elektrizität (Gefahren) ... 29, 107
Emission von Dämpfen ... 37
Energieversorgung ... 45
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage 116
Entsorgung der Verpackung ... 116
Ersatzteilanfragen ... 103
Eutektischer Punkt ... 147
explosive Substanzen ... 32
externer Datenträger ... 55

F

Fabriknummer ... 17, 77, 103, 113
Fachpersonal ... 113
Fehlerbeschreibung ... 115
Fehlerspeicher ... 74
Fehlersuche ... 98
Feuer ... 36
Formular zur Rücksendung defekter Teile 115
Füllmengen ... 118
Funktions- und Bedienelemente ... 13

G

Gasinjektion mit Proportionalventil ... 65, 95
Gefahren ... 36
Gefahren (allgemein, Transport bis Inbetriebnahme) ... 27
Gefahren (Anschluss) ... 28, 44
Gefahren (Aufstellung) ... 28, 44
Gefahren (Azide) ... 32
Gefahren (Beladetür) ... 34, 47
Gefahren (Elektrizität) ... 29, 107
Gefahren (Inbetriebnahme) ... 29, 52
Gefahren (Kältesystem) ... 30, 109
Gefahren (kontaminiertes Abtauwasser) ... 33
Gefahren (kontaminiertes Kondensat) ... 33
Gefahren (Lösungsmittel) ... 32
Gefahren (Oberflächen, heiß) ... 34, 105, 108
Gefahren (Oberflächen, kalt) ... 35
Gefahren (Produkte, gesundheitsschädlich ... 31, 105
Gefahren (Stickstoff) ... 31
Gefahren (Transport) ... 28, 41, 42
Gefahren (Überdruck) ... 35
Gefahren (Vakuumpumpenabgase) ... 33, 48
Gefahren (Vakuumpumpenöl) ... 34, 108
Gefahrenhinweise ... 9, 11
Gefahrenstoffe ... 111
Gefrieren ... 21
Gefriertrocknung allgemein ... 18
Gefriertrocknung manuell ... 77
Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus ... 80
Gefriertrocknungsanlage, Reinigung ... 105
Gefügezerstörungen ... 110

Geräteoptionen 70
Gerätetyp 17, 103, 113, 117
Geräuschpegel 118
Gewährleistung und Haftung 11
Gewicht 40, 118
Gummiventile 51, 101

H

H_2O_2 10
Haftung 104
Hauptfenster "?" 77
Hauptfenster "Manuell" 54
Hauptfenster "Optionen" 63
Hauptfenster "Programm" 62
Haupttrocknung 22
Hersteller 104, 117

I

Inbetriebnahme 12
Inbetriebnahme (Gefahren) 29, 52
Inertisierung 36, 66, 95
infektiöse Substanzen 111
Informelle Sicherheitshinweise 27
Inspektion durch den Hersteller 113
Installation von Zubehörkomponenten 52
Instandhaltungsarbeiten 113
IP-Code 117
Istwerte aktueller Prozess 56

K

Kältemittel 118
Kältemitteldaten 17
Kälteschema 119
Kältesystem (Gefahren) 30, 109
Kältesystem (Wartung) 109
Kein ausreichendes Vakuum 98, 100
Keine Anzeige auf dem Display 98
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur 99
Kleinflanschverbindungen 100
Klick bei Touch 68
Komparative Druckmessung 88, 95, 148
Kondensat, kontaminiert (Gefahren) 33
Konformitätserklärung 12
Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie 123
Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie 121
Kontakt im Servicefall 103
Kontakt zum Hersteller 77
Kontamination 105
Kontaminiertes Abtauwasser (Gefahren) 33
Kontaminiertes Kondensat (Gefahren) 33
Korrosion 104, 110
Kostenvoranschlag 115
Kühlwasserdruck 118
Kühlwassermengenregler 118
Kühlwasserrücklauf 118
Kühlwasserzulauf 118

L

Lagerbedingungen 40
Lagerung 40
Lagerung und Transport 40
Laufzeit Passworttimer 69
Laugen 38
Lebensdauer 104
Lecktest 79, 148
Leeres Programm erstellen 84
Leistungsdaten 117
Lieferumfang 12
Lösemittel 104
Lösungsmittel 38
Lösungsmittel (Gefahren) 32
Lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte 9
LPCplus SCADA System 97
LSCplus Anlagensteuerung 53
Lüftungsöffnungen 44
LyoBalance Wägesystem 96
LyoControl LCplus Messsystem 96
LyoControl-Rx 82
LyoLogplus Messdatenerfassung 96

M

Maßeinheit 64
Maßnahmen zum sicheren Betrieb 38
Mathematische Zusammenhänge 120
Max. Luftfeuchte 119
Maximalstrom für die Vakuumpumpe 49
Medienablauf 79
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme 118
mögliche drohende Gefahr 25
mögliche gefährliche Situation 25

Index

N

Nachtrocknung ... 22
Nennspannung ... 17
Nennstrom ... 17, 117
Netzausfall ... 99
Netzlaufwerk ... 55
Netzschalter ... 35
Netzsicherung ... 117
Netzwerk ... 67
Neues Programm ... 62
Nichtgebrauch ... 105
Normen und Vorschriften ... 12
Notsituationen ... 36

O

Oberflächen, heiß (Gefahren) ... 34, 105, 108
Oberflächen, kalt (Gefahren) ... 35
Ölnebelabscheider ... 49
Ölwechsel Vakuumpumpe ... 74
Option: Belüften, Verschließen, Lagern ... 89
Option: Druckanstiegstest ... 58, 86
Option: Komparative Druckmessung ... 88
Option: Wägesystem ... 89
Option: Wägesystem LyoBalance ... 58
Option:USB Prozessaufzeichnung ... 57
Optionale Erweiterungen ... 95

P

Passwort Bediener / Service / Administrator ... 70
Passworteingabe schlägt fehl ... 98
pathogene Substanzen ... 105, 111
Pflege durch den Benutzer ... 104
Phasen der Gefriertrocknung ... 20
Physikalische Daten ... 118
Potentialausgleichsschraube ... 36
Produkte, gesundheitsschädlich (Gefahren) ... 31, 105
Produktrückstände entfernen ... 105
Produkttemperaturmessung WTMplus ... 96
Programm bearbeiten ... 92
Programm erstellen ... 84
Programm kopieren ... 93
Programm laden ... 93
Programm löschen ... 94
Programmabschnitte ... 81
Programmliste ... 62
Programmvorlagen ... 92
Prozess Sollwerte ... 55
Prozess- und Anlagenmeldungen ... 59, 102
Prozessdaten ... 54

R

radioaktive Substanzen ... 105
Referenzkennzeichen ... 147
Reinigung ... 38
Reinigung (Wärmetauscher) ... 107
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage ... 104
Reinigungsmittel ... 104, 111
Restrisiken ... 39
Rissbildung ... 110
Rücksendung defekter Teile ... 114
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör ... 114

S

Säuren ... 38
Schaltfläche "Stopp" ... 61
Schaltfläche "Systemtest" ... 61
Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" ... 55
Scheinleistung ... 17, 117
Schmelzdruckkurve ... 18
Schutzklasse ... 117
Schutzleiterprüfung ... 36
Sensor Abgleich ... 76
Sensor Konfiguration ... 71
Seriennummer ... 77
Service ... 73
Sicherer Betrieb ... 38
Sicherheits- und Gefahrenhinweise ... 9, 11, 27
Sicherheitsabstand ... 44
Sicherheitsbereich ... 38
sicherheitsbewusstes Arbeiten ... 26
Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger ... 119
Sicherheitsdruck ... 148
Sicherheitseinrichtungen ... 35
Sicherheitshinweise zu Aufstellung und Anschluss ... 27
Sicherheitshinweise zum Betrieb ... 29
Sicherheitshinweise zum Transport ... 27
Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme ... 27

Sicherheitsventil (Druckentlastungsflansch)36
Sicherungen bauseits 45
Sollwerteingaben im manuellen Modus..... 78
Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil..... 65
Sonderausstattung: Inertisierung 66
Sonderausstattung: Türkontaktschalter für türgesteuerte Inertisierung..... 36
Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl 105
Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium..... 64
Sonderausstattung: Wasserkühlung..... 118
Sonderausstattungen..... 95
Sprache 63
Statuszeile 55
Stellenwert der Betriebsanleitung..... 9
Stellflächen 117
Stellflächenheizung, abtauen 23
Stellflächentemperatur 102
Stickstoff (Gefahren)..... 31
Störungen 39, 98
Störungen und Fehlersuche..... 98
Stromlaufpläne..... 119
Sublimation..... 148
Sublimationsdruckkurve 18
Symbol- und Hinweiserklärungen..... 25
Systemeigenschaften..... 68
Systemtest..... 61

T

Technische Daten..... 117
Technische Dokumentation..... 119
Temperatur Wasserrücklauf..... 118
Temperatur Wasservorlauf:..... 118
thermische Belastungen..... 44
thermischen Belastungen..... 104
Tools..... 56
Touch panel..... 53
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt 98
toxische Substanzen..... 105
Transport 40, 42
Transport (Gefahren) 28, 41, 42
Transport bis Inbetriebnahme (Gefahren, allgemein)..... 27
Transportsicherungen 43
Tripelpunkt..... 18
Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte 9
Trocknung von Ausgangsprodukten, die Azide enthalten..... 10
Trocknungsende und Belüften 23
Trocknungsverfahren 52
Türgesteuerte Inertisierung 36
Türkontaktschalter für türgesteuerte Inertisierung 36
Türverschlussriegel aus Edelstahl..... 105
Typ der Anlagensteuerung..... 77
Typ der Gefriertrocknungsanlage..... 77
Typenschild..... 17

U

Überdruck (Gefahren) 35
Umbauten 38
Umgebungsbedingungen 119
Umgebungstemperatur 44, 119
Umweltschutz 27
Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers..... 114
Undichtigkeit im Medienablaufventil 98
Undichtigkeit in einem Gummiventil 98
Undichtigkeiten 100
Unfälle 36
Unfallverhütung..... 9, 27
Unfallverhütungsvorschriften..... 26
unmittelbare drohende Gefahr 25
Urheberrecht..... 12
USB Prozessaufzeichnung 57, 96
UV-Strahlung 44, 104

V

Vakuum 82
Vakuumanschluss..... 118
Vakuummesssonde 45, 101
Vakuummesssonde (Wartung)..... 110
Vakuumpumpe..... 48
Vakuumpumpe schaltet nicht zu 99
Vakuumpumpenabgase (Gefahren)..... 33, 48
Vakuumpumpenöl (Gefahren)..... 34, 108
Vakuumsystem (Wartung)..... 108
Verantwortung des Betreibers..... 26
Verätzungen 36
Verbrennungen 36

Index

Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators 68
Verletzungen 36
Verpackung 116
Verschleißerscheinungen 113
Versorgungsspannung 45
Verwaltung 67
Volumenstrom 118
Vorbereitung 20, 52
Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung 26, 27
Vorwahl Belüftungsmedium 64, 96

W

Wägesystem 89
Wägesystem LyoBalance 58, 96
Wärmeabgabe 118
Wärmetauscher (Reinigung) 107
Warm-up Phase der Vakuumpumpe 83
Wartung 38, 75
Wartung (Allgemeine Arbeiten) 104
Wartung (Elektrisches System) 107
Wartung (Kältesystem) 109
Wartung (Vakuummesssonde) 110
Wartung (Vakuumsystem) 108
Wartung und Instandhaltung 104
Wartungsarbeiten 104
Wartungsplan 112
Wartungsvertrag für Christ Gefriertrocknungsanlagen 114
Wasserrücklauf-Temperatur 118
Wasserstoffperoxid 10
Wassertemperatur-Differenz 118
Wasservorlauf-Temperatur 118
Wechsel von Betriebsmitteln 38
Weiterschaltbedingungen 82
Werte Ansicht/Ändern 55
wichtige Sachverhalte 25
Wirkungsweise 18
WTMplus Drahtlose Produkttemperaturmessung 96
WTMplus Konfiguration 72

Z

Zeichenerklärung 12
Zubehör 12, 39, 104, 110
Zugriffschutz 69
Zweikammer-Verfahren 148